Title - TABEEAYAAT-E-AMALI

Creator - Mohd. Ahmad Usmani.

Publisher - Maktaba Abr Aheemiya (Hyderabad)

Date - 1938.

Pages - 172.

Subjects - Science ; Ilm Tabeeayaat.

۵۸۶
۴۹۲

سلسلۂ تالیفات کنار موسی

طبیعیاتِ عملی

برائے

انٹرمیڈیٹ جامعۂ عثمانیہ

منظورہ مجلس شعبۂ سائنس جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی

از

محمد احمد عثمانی ایم ایس سی (علیگ)

لکچرار طبیعیات سٹی کالج

حیدرآباد دکن

سنہ ۱۳۵۷ھ م سنہ ۱۳۴۷ف م سنہ ۱۹۳۸ء

مطبوعہ

مکتبۂ ابراہیمیہ (حیدرآباد دکن)

جملہ حقوق بذریعۂ رجسٹری محفوظ ہیں

میری اس کتاب کو جو غیر معمولی مقبولیت حاصل ہوئی وہ میری انتہائی حوصلہ افزائی کا موجب ہے۔

مجلس نصاب طبیعیات کی سفارش پر مجلس شعبۂ سائنس جامعۂ عثمانیہ نے اسے طلباء انٹرمیڈیٹ کے لئے تجویز فرما کر میری قدر افزائی فرمائی ہے۔ میری یہ کتاب ہاتھوں ہاتھ فروخت ہوگئی اور مجھے آج یک بیک اس امر کا علم ہوا کہ اب اس کا کوئی نسخہ بازار میں موجود نہیں رہا ہے، اس لئے فوراً اس کی طباعت دوم کا انتظام کرنا پڑا۔ اس روا روی میں ظاہر ہے کہ کتاب کی تفصیلی نظر ثانی کا مجھے موقع نہ مل سکا۔ اور کتاب میں کسی قسم کی تبدیلی کئے بغیر اسے بجنسہٖ طبع کروا دینا پڑا۔

یہ کتاب کلیۂ بلدہ (سٹی کالج) حیدرآباد دکن کی انٹرمیڈیٹ کی جماعتوں کے طلباء کے لئے بطور مختصر ہدایات لکھی گئی ہے اور اس کی ترتیب میں خاص طور پر اس امر کا لحاظ رکھا گیا ہے کہ طلباء عملی طبیعیات کا نصاب، نظری طبیعیات کی جماعتوں سے ایک حد تک بے نیاز رہ کر ختم کر سکیں۔

کلیۂ بلدہ میں طلباء کی کثرت، آلاتِ سائنس کی قلت، اور معلم طبیعیات کی وحدت، اس کتاب کی اشاعت کے اصلی اسباب ہیں اگر طلباء اس کتاب کے مطالب سے خاطر خواہ طریقہ پر آگاہ رہیں تو مجھے یقین ہے کہ طبیعیات کی عملی تعلیم میں بہت کچھ سہولت پیدا ہو جائے گی۔

محمد احمد عثمانی

"منظرستان" لال ٹیکری حیدرآباد دکن
۱۳۵۷ھ

M.A.LIBRARY, A.M.U.
U8807

فہرست مضامین

سرل چاپ

سرل چاپ شکل ع۱ کی صورت میں ایک پتلی فولادی مستطیلی سلاخ کے دونوں جانب پیمانہ بنا ہوتا ہے۔ ایک طرف سنٹی میٹر اور ملی میٹر ہوتے ہیں۔ اور دوسری طرف انچ اور انچوں کی کسر ہیں۔ سلاخ پر عمود وار دو جبڑے ہوتے ہیں۔ ایک ا جو ثابت ہوتا ہے اور دوسرا ب جو سلاخ پر ادھر ادھر ہٹایا جا سکتا ہے۔ اور پیچ کی مدد سے سلاخ کے ساتھ جکڑا جا سکتا ہے۔ اسی حرکت پذیر جبڑے ب کے ساتھ کسر پیما بھی متعلق ہوتے ہیں جب دونوں جبڑے عین مس کرنے کی حالت میں ہوتے ہیں تو کسر پیما کا صفر اصلی پیمانے کے صفر پر منطبق ہوتا ہے۔ اگر ایسا نہ ہو تو خطائے صفری معلوم کر لینا چاہیئے۔

اس آلہ کو استعمال کرنے سے قبل حسب ذیل امور کا مشاہدہ کر لینا ضروری ہے۔

(۱) اصلی پیمانہ کا ہر درجہ انچ یا سنٹی میٹر کی کونسی کسر ہے۔

(۲) کسر پیما کتنے حصوں میں منقسم ہے۔

(۳) کسر پیما کے درجوں اور اصلی پیمانہ کے درجوں میں کیا تعلق ہے۔ اس کے لئے کسر پیما کے صفر کو اصلی پیمانہ کے کسی خاص نشان پر منطبق کر کے یہ دیکھا جائے کہ کسر پیما کے کتنے درجے اصلی پیمانے کے کتنے درجوں کے مساوی ہیں۔ اور پھر کسر پیما کے ایک درجہ کی قیمت معلوم کر لی جائے۔

شکل نمبر ۱

(۴) کسر پیما کا مستقل کیا ہے یعنی کسر پیما کے ایک درجہ اور اصلی پیما کے ایک درجہ میں کیا فرق ہے۔ اس فرق کی قیمت انچوں یا سنٹی میٹروں میں معلوم کرنا چاہیئے۔

(۵) خطائے صفری دریافت کر لی جائے۔ اس کے لئے دونوں جبڑوں کو عین تماس کی حالت میں لا کر یہ دیکھا جائے کہ کسر پیما کا صفر اصلی پیمانہ کے صفر سے کس قدر آگے نکلا ہوا ہے۔ (+) یا کس قدر پیچھے ہٹا ہوا ہے۔ (−) معلوم یہ کیا جاتا ہے کہ کسر پیما کا کونسا نشان اصلی پیمانہ کے کسی خاص نشان پر منطبق ہے۔ اگر یہ کسر پیما کا ع واں نشان ہو تو ع × کسر پیما کا مستقل = خطائے صفری۔

سرل چاپ سے کسی چیز کے بعد ناپنے کا طریقہ یہ ہے کہ اُس چیز کو دونوں جبڑوں کے بیچ میں رکھ کر حرکت پذیر جبڑے ب کو پیمانہ پر سرکایا جائے جتنی کہ دونوں جبڑے اُس چیز کے ساتھ عین تماس کی حالت میں آجائیں بعد ازآں پیچ پ کی مدد سے جبڑے ب کو پیمانے کے ساتھ جکڑ دو اور یہ دیکھو کہ کسر پیما کے صفر سے عین قبل تک اصلی پیمانہ سے کس قدر طول دریافت ہوتا ہے۔ اور پھر یہ معلوم کرو کہ اس طول کی انتہا اور کسر پیما کے صفر کے مابین کیا دوری ہے اس کے لئے کسر پیما کا نشان منطبق دیکھ کر اُسے مستقل سے ضرب دے دو اور اور حاصل ضرب کو اول الذکر طول میں جمع کر کے خطائے صفری کو بہ لحاظ علامت اس میں جمع کر لو یا اس میں سے تفریق کر دو۔

تجربہ ۱۔ سرل چاپ کے ذریعہ دئے ہوئے کرہ کے قطر کی تخمین:۔

کسر پیما کا مستقل

انچوں میں

اصلی پیمانہ کا ہر چھوٹا درجہ = انچ

کسر پیما کے . . نشانات = اصلی پیمانہ کے . . . . نشانات

کسر پیما کا ایک درجہ = اصلی پیمانہ کے . . . . درجے

اصلی پیمانہ کا ایک درجے ـ کسر پیما کا ایک درجہ

مستقل . . . . . = . . . = ... = ... =

سنتی میٹروں میں

اصلی پیمانہ کا ہر چھوٹا درجہ = سمر

کسر پیما کے . . . . نشانات = اصلی پیمانہ کے . . . . . نشانات

کسر پیما کا ایک درجہ = اصلی پیمانہ کے . . . . درجے

اصلی پیمانہ کا ایک درجہ ـ کسر پیما کا ایک درجہ

مستقل . . . . = ... = ... =

انچوں میں						سنتی میٹروں میں					
اصلی پیمانہ	نشان منطبق	مستقل	حاصل	خطائے صفری	مجموعی قطر	اصلی پیمانہ	نشان منطبق	مستقل	حاصل	خطائے صفری	مجموعی قطر

۹

متحرک خردبین یا ورنیر خردبین

شکل ۲

متحرک خردبین شکل ۲ ایک ایسا آلہ ہے جس کے ذریعہ عمودی افقی یا انتصابی طولوں کی بہ صحت تخمین ہو سکتی ہے۔
جس قدر فصل خردبین افقی یا انتصابی سمت میں طے کرتی ہے وہ خردبین میں لگے ہوئے پیمانوں اور متعلقہ کسر پیماؤں کی
مدد سے دریافت کیا جا سکتا ہے خردبین کے چشمے میں متقاطع تار ہوتے ہیں اور کسی نقطے کا خردبین کے ذریعہ معائنہ
کرتے وقت آلہ کو اس طرح ترتیب دیا جا سکتا ہے کہ تاروں کا نقطۂ تقاطع نقطۂ مذکور پر منطبق رہے۔

اس آلہ کو استعمال کرنے سے قبل بھی وہی تمام امور مشاہدہ کر لئے جاتے ہیں جو سرل چاپ استعمال کرنے سے قبل معلوم
کئے جاتے ہیں اس آلہ کے ذریعہ کسی طول کے ناپنے کا طریقہ یہ ہے کہ آلہ اس طرح مرتب کیا جائے کہ طول کے کسی ایک سرے پر
متقاطع تاروں کا نقطۂ تقاطع منطبق ہو جائے پیمانے اور کسر پیما کی مدد سے اس وقت ظاہر ہونے والا طول پڑھ لیا جائے

اور خردبین کو اس قدر ہٹایا جائے کہ متقاطع تاروں کا نقطہ تقاطع طول کے دوسرے سرے پر منطبق ہو جائے اور پیمانہ اور کسر پیما کی مدد سے اس وقت ظاہر ہونے والا طول بھی پڑھ لیا جائے ان دونوں طولوں کا حاصل تفریق مطلوبہ طول ہوگا۔

تجربہ ۲ - خردبین کے ذریعہ دئے ہوئے تپش پیما کے مندرجہ ذیل نشانات کا باہمی فصل معلوم کرو۔

صفر تا ۱۵، ۱۰ تا ۳۰، ۲۰ تا ۵۵، ۲۵ تا ۷۵، ۳۵ تا ۹۰ اور ۴۰ تا ۱۰۰۔

نتایج کو ترسیمی شکل میں ظاہر کرو۔ تپش پیما کے درجوں کی تعداد محور ما پر لی جائے اور خردبین سے حاصل ہونے والے فصل محور لا پر۔

کسر پیما کا مستقل

اصلی پیمانے کا ہر چھوٹا درجہ = ...

کسر پیما کے ...... نشانات = اصلی پیمانے کے .... نشانات

کسر پیما کا ایک درجہ = اصلی پیمانے کے .... درجے

اصلی پیمانے کا ایک درجہ — کسر پیما کا ایک درجہ = ... = ... مستقل

تپش پیما کا نشان	اصلی پیمانہ	نشان منطبق	مستقل	حاصل	مجموعی طول	فرق
صفر تا ۱۵						
۱۰ تا ۳۰						
۲۰ تا ۵۵						
۲۵ تا ۷۵						
۳۵ تا ۹۰						
۴۰ تا ۱۰۰						

شکل ۳

پیچدار خردہ پیما

خردہ پیما شکل ۳ میں ج ایک ثابت حلقہ ہوتا ہے جس کے ساتھ ا ایک مجوف استوانہ لگا ہوتا ہے ا کی اندرونی سطح پر پیچدار چوڑیاں بنی ہوئی ہیں۔ دھری د ایک ایسے پیچ کے تسلسل میں ہوتی ہے۔ جو ا کی اندرونی چوڑیوں میں پھرتا ہے۔ استوانہ ن کا کنارہ ک اس قدر ڈھلوان اور پتلا بنایا جاتا ہے کہ وہ ا کے ساتھ ملا رہتا ہے۔ یہ کنارہ چند مساوی حصوں میں منقسم ہوتا ہے۔ سطوح ط اور ع بالکل مستوی اور ایک دوسرے کا جواب ہوتی ہیں۔ یہ سطحیں جب ایک دوسرے کو مس کر رہی ہوتی ہیں تو کنارہ ک پر بنے ہوئے پیمانے کا صفر ا پر بنے ہوئے پیمانے کے صفر پر منطبق ہوتا ہے اگر ایسا نہ ہو تو خطاء صفری معلوم کر لینا چاہیئے۔

اس آلہ کو استعمال کرنے سے قبل یہ دیکھ لو کہ

(۱) ا پر بنے ہوئے پیمانے کا ہر چھوٹا درجہ انچ یا سنتی میٹر کی کونسی کسر ہے۔

(۲) کنارہ ک کتنے مساوی حصوں میں منقسم ہے۔

(۳) پیچ کی گھائی کیا ہے۔ یعنے استوانہ ن کی جتنی کامل گردشوں میں اصلی پیمانے ا کا ایک چھوٹا درجہ طے ہوتا ہے۔ اُن کی تعداد کے مقلوب کی کیا قیمت ہے۔

(۴) کسر پیما کا مستقل کیا ہے یعنے کنارہ ک پر کا ہر درجہ کتنے انچ یا سنتی میٹر کے مساوی ہے۔ اگر کنارہ ک (۱۰۰) مساوی حصوں میں منقسم ہو اور استوانہ کی ایک کامل گردش میں ایک ملی میٹر طے ہوتا ہو تو مستقل = $\frac{1}{100} \times \frac{1}{10}$ = ۰۰۱ء سم

اس آلہ کے ذریعہ جس جسم کا طول ناپنا ہو اُسے ط اور ع کے درمیان رکھا جاتا ہے اور استوانہ ن کو اس قدر گھمایا جاتا ہے کہ جسم ان دونوں سطوح کی ہلکی گرفت میں آجائے اس کے بعد ا سے ظاہر ہونے والا طول پڑھ لیا جاتا ہے اور پھر یہ دیکھا جاتا ہے کہ کنارہ ک کا کونسا نشان ا پر بنے ہوئے اُفقی خط کے سیدھ میں ہوتا ہے۔ اس نشانِ منطبق کو مستقل سے ضرب دے کر حاصل ضرب کو اول الذکر طول میں جمع کر لیا جاتا ہے۔

خطائے صفری معلوم کرنے کے لئے یہ دیکھو کہ جب سطوح ط اور ع تماس کی حالت میں ہوتی ہیں، اُس وقت کنارہ ک پر بنے ہوئے پیمانے کا صفر ل پر بنے ہوئے اُفقی خط کی سیدھ میں ہوتا ہے یا نہیں۔ اول الذکر صورت میں خطائے صفری کی قیمت صفر ہوگی اور آخر الذکر صورت میں یہ دیکھنا چاہیئے کہ سطوح کے عین تماس کی حالت میں ہونے کی صورت میں کنارہ ک پر بنے ہوئے پیمانے کا صفر ل پر بنے ہوئے اُفقی خط سے آگے نکلا ہوا ہے (+) یا اس تک پہنچا ہی نہیں ہے (-) کنارہ ک کے نشان منطبق اور صفر کے مابین درجوں کی جو بھی تعداد ہو اُسے مستقل سے ضرب دینے پر خطا صفری کی عددی قیمت معلوم ہو جائے گی۔

تجربہ ۳ — خردہ پیما کے ذریعہ دئے ہوئے تار کے قطر کی تخمین

اصلی پیمانے کا ہر درجہ = ...

پیچ کی گھائی = ...

کنارہ ک .... مساوی حصوں میں منقسم ہے۔

اس لئے مستقل = ... × .... = ...

نمبر شمار	اصلی پیمانہ	نشان منطبق	مستقل	حاصل	خطائے صفری	مجموعی قطر
۱						
۲						
۳						
۴						
۵						
۶						
۷						
۸						

کروییت پیما

شکل ۴

کروییت پیما شکل ۴۔ ایک ایسا آلہ ہے جسے صغیر بلندیاں یا گہرائیاں اور کروی سطحوں کے انحنا کے نصف قطر معلوم کرنے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے کسی کروی سطح کے نصف قطر انحنا سے مراد اُس کرہ کا نصف قطر ہے جس کا کہ سطح مذکور ایک چھوٹا سا حصہ ہو۔

یہ آلہ ایک ایسے ڈھانچے پر مشتمل ہوتا ہے جس میں تین پائے ا، ب اور ج اس طرح لگے ہوئے ہوتے ہیں کہ ان کی نوکیں ایک مثلث متساوی الاضلاع کے نوکوں پر واقع ہوتی ہیں۔ اس ڈھانچے کے مرکز سے ایک پیچ پ گذرتا ہے جسے آلہ کا چوتھا حرکت پذیر پایہ باور کیا جا سکتا ہے۔ اس پیچ کے اوپر والے سرے پر ایک قرصدار پیمانہ ق لگا ہوا ہوتا ہے اور آلہ کے کسی ایک ثابت پائے کے ساتھ اصلی پیمانہ ص متعلق رہتا ہے۔

اس آلہ کو استعمال کرنے سے قبل یہ دیکھ لو کہ

(۱) اصلی پیمانے ص کا ہر چھوٹا درجہ انچ یا سنتی میٹر کی کونسی کسر ہے۔

(۲) قرصدار پیمانہ ق کتنے مساوی حصوں میں منقسم ہے۔

(۳) پیچ کی گہائی کیا ہے۔ یعنے ق کی جتنی کامل گردشوں میں ص کا ایک چھوٹا درجہ طے ہوتا ہے اُن کی تعداد کا مقلوب کیا ہے۔

(۴) کسر پیما کا مستقل کیا ہے۔ یعنے پیچ گہائی اور ق پہ بنے ہوئے درجوں کی تعداد کے مقلوب کے حاصلِ ضرب کی انچوں یا سنتی میٹروں کی رقموں میں کیا قیمت ہے۔

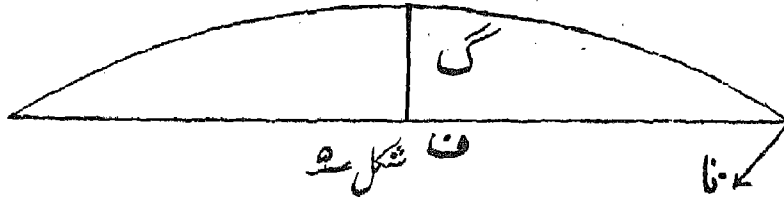
(۵) صفری مشاہدہ کیا ہے۔ اس کے لئے آلہ کو کسی مستوی سطح پر رکھو اور ق کو اس قدر گھماؤ کہ پیچ کی نوک سطح مذکور کو عین مس کرنے لگے اور پھر خطی پیمانہ ص پر قرص کے صفر کا مقام دیکھ کر صفری مشاہدہ کی قیمت قرص کے درجوں کی تعداد اور آلہ کے مستقل کے حاصلِ ضرب سے معلوم کر لو۔

اس آلہ کے ذریعہ کسی شئے کی موٹائی معلوم کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ شئے کو کسی ہموار سطح پر رکھ کر اس پر آلہ اس طرح

رکھو کہ آلہ کے تینوں ثابت پائے تو ہموار سطح پر رہیں لیکن پیچ پ شئے کے عین اوپر واقع ہو۔ ق کو اس طرح گھمانا چاہیئے کہ پیچ کی نوک شئے کو عین مس کرنے کی حالت میں آجائے اصلی پیمانے کی مدد سے یہ معلوم کرلو کہ اس صورت میں نوک ہموار سطح سے کس قدر اوپر واقع ہے بعد ازآں صفری مشاہدہ کی قیمت کو اس میں سے تفریق کرکے شئے کی موٹائی معلوم کرلو۔

کسی کردی سطح کے نصف قطر انحنا کی قیمت معلوم کرنے کے لئے پہلے آلہ کو سطح مذکور پر رکھ کر یہ دیکھو کہ جس وقت پ کی نوک سطح مذکور کو عین مس کرنے کی حالت میں ہوتی ہے اس وقت کا مشاہدہ کیا ہے۔ اس میں سے صفری مشاہدہ کی قیمت منہا کرکے آلہ سے معلوم ہونے والی بلندی (محدب سطح کے لئے) یا گہرائی (مقعر سطح کے لئے) گ معلوم کرو۔

نصف قطر انحنا = $\frac{\text{ف}^2 + \text{گ}^2}{2\,\text{گ}}$ سے نصف قطر انحنا کی قیمت معلوم کرلو۔ ف = پیچ کے محور اور کسی ثابت پائے کا درمیانی فصل

ضابطہ بالا کا ثبوت:۔

شکل ۵

شکل ۵ سے ظاہر ہے کہ اگر پیچ پ کے محور اور کسی ثابت پائے کا درمیانی فصل ف ہو اور سطح کا نصف قطر انحنا نا تو

$$(2\,\text{نا} - \text{گ})\,\text{گ} = \text{ف}^2$$

$$\text{یا} \quad 2\,\text{ناگ} = \text{گ}^2 + \text{ف}^2$$

$$\therefore \text{نا} = \frac{\text{گ}^2 + \text{ف}^2}{2\,\text{گ}}$$

ف کی قیمت معلوم کرنے کے لئے آلہ کو صفری مشاہدہ کے لئے ترتیب دے کر اسے اپنی کاپی پر رکھو اور اوپر سے کسی قدر دباؤ تاکہ پایوں کی نوکوں کے نشان کاپی پر بن جائیں۔ پھر پیچ پ کے باعث بنے ہوئے نشان سے ا، ب، اور ج کے نشانات کو جو دوریاں حاصل ہیں انھیں ناپ کر ان کے اوسط سے ف معلوم کرلو۔

تجربہ ۳۴ = کرویت پیما کے ذریعہ دئے ہوئے محدب آئینہ اور مقعر عدسہ کے انحنا کے نصف قطر اور ماسکی طول معلوم کرنا

اصلی پیمانہ کا ہر درجہ = ...

قرصدار پیمانہ .... مساوی حصوں میں منقسم ہے

پیچ کی گھائی = ...

آلہ کا مستقل = ...

صفری مشاہدہ :—

ق کی کامل گردشوں کی تعداد = ... = ... ق کے درجے

نشانِ منطبق = ... ×

= .... } = ...

= ....

مجموعی طول = ...

ف = ...

= .... } = ...

= ....

گ کی تخمین محدب آئینہ کی صورت میں :—

کامل گردشوں کی تعداد = ... = ... ق کے درجے

نشانِ منطبق = ...

= .... } = ...

= ....

مجموعی طول = ...

لہذا گ = ...

نصف قطر انحنا = $\frac{\text{............} + \text{............}}{\text{............} \times ۲}$ = ... =

ماسکی طول = $\frac{\text{نا}}{۲}$ = ...

مقعر عدسہ کی صورت میں $گ_۱$ اور $گ_۲$ کی تخمین :۔

$گ_۱$ کی تخمین

کامل گردشوں کی تعداد = ... = ... ف کے درجے

نشانِ منطبق = ...
= ....
= ....
} = ...

مجموعی طول = ...

لہذا $گ_۱$ = ...

$گ_۲$ کی تخمین

کامل گردشوں کی تعداد = ... = ... ف کے درجے

نشانِ منطبق = ...
= ....
= ....
} = ...

مجموعی طول ....

لہذا $گ_۲$ = ...

$$نا_۱ = \frac{\ldots\ldots + \ldots\ldots}{\ldots\ldots \times ۲} = \ldots\ldots \quad نا_۲ = \frac{\ldots\ldots + \ldots\ldots}{\ldots\ldots \times} = \ldots\ldots$$

اگر عدسہ کا ماسکی طول م ہو اور اس کے مادہ کا انعطاف نما مہ تو

$$\frac{۱}{م} = (مہ - ۱)\left(\frac{۱}{نا_۱} - \frac{۱}{نا_۲}\right)$$

= ....

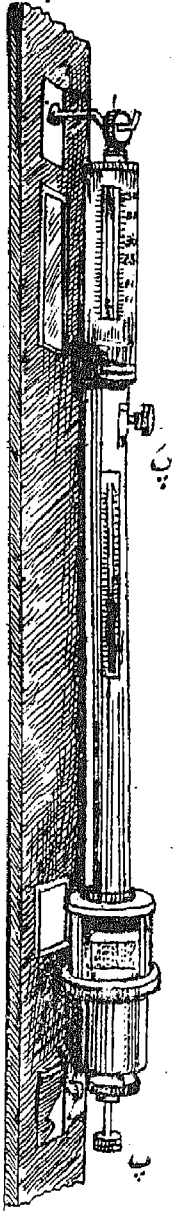
= ....

یعنے م = ...

عدسہ کی صورت میں ماسکی طول کے لئے جو ضابطہ مندرج کیا گیا ہے اُسے استعمال کرتے وقت یہ لحاظ رہے کہ $نا_۱$ مثبت ہوتا ہے اور $نا_۲$ منفی اور ضابطۂ مذکور میں چونکہ $نا_۲$ کے آگے خود منفی کی علامت ہے اس لئے عملاً

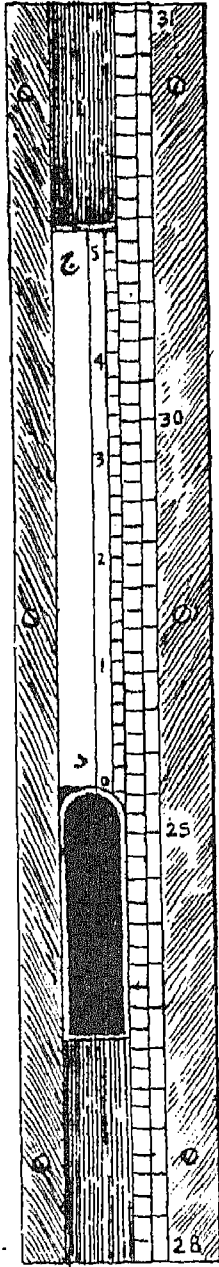
$$\frac{۱}{م} = (مہ - ۱)\left(\frac{۱}{نا_۱} + \frac{۱}{نا_۲}\right)$$

فورٹن کا بارپیما

شکل ع ۶

فورٹن کا بارپیما شکل ع ۶ ایک حوضکدار بارپیما ہے جو تقریباً ایک میٹر لانبی تنگ سوراخ کی ایک طرف سے بند ایسی شیشے کی نلی پر مشتمل ہوتا ہے جسے صاف و خشک کر کے صاف پارہ سے اس طرح بھرا جاتا ہے کہ اس کے اندر مطلق ہوا نہ رہنے پائے۔ پھر حوضک میں صاف پارہ ڈال کر نلی کا کھلا سرا بند کر کے کھلے سرے کو حوضک کے پارہ میں داخل کر کے سرا کھول دیا جاتا ہے اور نلی کو انتصابی وضع میں قایم کر دیا جاتا ہے چونکہ حوضک میں پارہ کی آزاد سطح پر بار ہوائی عمل پیرا ہے اور نلی کے اندر مطلق ہوا نہیں ہے اس لئے نلی میں لازماً پارہ کا ایک ایسا استوانہ قایم ہو جائے گا جو بار ہوائی کے ساتھ متوازن ہو اس استوانہ کے اوپر نلی کا کچھ حصہ خالی رہتا ہے جس میں پارہ کے بخارات کے سوا اور کچھ نہیں ہوتا اسے خلائے طرسلی کہتے ہیں۔ پارہ کے استوانہ کا طول بار ہوائی کے متناسب ہوگا۔ اور ظاہر ہے کہ بار ہوائی کے متغیر ہونے کی صورت میں تبدیل ہو جائے گا کیوں کہ

بار ہوائی = ع × ط × ث × ج جہاں

ع = نلی کی عمودی تراش کا رقبہ، ط = پارہ کے استوانہ کا طول، ث = پارہ کی کثافت، ج = اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی قیمت، ع، ث، اور ج کی قیمتیں مستقل رہتی ہیں اس لئے بار ہوائی پارہ کے استوانہ کے متناسب مانا جا سکتا ہے۔ عام طور پر اسے پارہ کے استوانہ کے طول کی رقموں ہی میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

حوضک میں پارہ چمڑے کی ایک تھیلی میں ہوتا ہے جس کی شکل اس کی تہ پر لگے ہوئے پیچ پ کی مدد سے بدلی جا سکتی ہے حوضک کے ڈھکن میں اندر کی طرف ہاتھی دانت کا ایک مخروط لگا رہتا ہے جس کا راس بارپیما کے ساتھ لگے ہوئے پیمانے کا صفر ہوتا ہے۔ بارپیما کی خواندگی سے قبل پیچ پ کو اس قدر گھمایا جاتا ہے کہ حوضک میں پارہ کی آزاد سطح مخروط کے راس کو عین مس کرنے کے موقع پر آجائے اس مطلب کے لئے دیکھا یہ جاتا ہے کہ مخروط کا راس اور پارہ میں اس کے منعکس خیال کا سرا کب ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں۔

شیشے کی نلی کے اوپر ایک پیتلی نلی چڑھی ہوتی ہے جو بالائی سرے پر آگے اور پیچھے سے اس طرح کٹی ہوئی ہوتی ہے کہ اندرونی نلی میں پارہ کا اسطوانہ بخوبی نظر آتا رہتا ہے پیتل کی نلی کے آگے کی طرف کے کٹے ہوئے حصے سے جو مستطیل سا بنتا ہے اس کے انتصابی بازوؤں پر پیمانے کے نشان کھدے ہوتے ہیں اور پیچ کے ذریعے کسر پیماؤں کو نلی کے اسی کٹے ہوئے حصے میں حسب مرضی اوپر نیچے حرکت دی جا سکتی ہے۔ پیچ پ کے ذریعے کسر پیماؤں کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ ان کے صفر کے نشانات کو ملانے والا خط نلی کے اندر پارہ کی محدب سطح کا مماس بن جائے۔ آلہ کے ساتھ جو انگریزی پیمانہ (شکل ۷) متعلق ہوتا ہے وہ انچ اور انچ کے بیسویں حصوں میں منقسم ہوتا ہے اور کسر پیما کے پچیس درجے اصلی پیمانے کے چوبیس درجوں کے مساوی ہوتے ہیں۔ کسر پیما کا مستقل $\frac{1}{25}\times\frac{1}{20}=\frac{1}{500}=0.002$ انچ ہوتا ہے نیز پیمانہ ملی میٹروں میں منقسم ہوتا ہے اور اس پیمانے کا کسر پیما دس مساوی حصوں میں منقسم ہوتا ہے۔ نیز کسر پیما کے دس درجے اصلی پیمانے کے انیس درجوں کے مساوی ہوتے ہیں اس لئے اس صورت میں کسر پیما کے ہر درجے کو دو مساوی حصوں میں منقسم تصور کرنا مناسب ہے تا کہ کسر پیما کے بیس درجے اصلی پیمانے کے انیس درجوں کے مساوی ہو جائیں۔ کسر پیما کا مستقل اس صورت میں

$$\frac{1}{20}\times\frac{1}{10}=\frac{1}{200}=0.005$$ سمر ہوگا۔

ان مقدمات سے ظاہر ہے کہ پارہ کے اسطوانہ کی بلندی یا بارہوائی کی قیمت انچوں اور سنٹی میٹروں میں معلوم ہو سکتی ہے۔

بارپیما کی جس بلندی کا اس طرح مشاہدہ ہوگا وہ تپش موجودہ پر بارپیما کی بلندی ہوگی۔ اور ہم جانتے ہیں کہ تغیرات تپش سے پارہ کی کثافت، اور پیتلی پیمانے کی درجہ بندی جو صفر درجہ مئی پر درست ہوتی ہے، متاثر ہوئے بغیر نہیں رہ سکتی۔ اس لئے ضروری ہے کہ بارپیما کی جس بلندی کا مشاہدہ ہو اوس کی تپش کے لئے تصحیح کر لی جائے

ا

ج

د

ب

شکل ۷

مشاہدہ کے وقت کی تپش اُس تپش پیما کے ذریعے معلوم ہوسکتی ہے، جو آلہ کے ساتھ لگا رہتا ہے۔
اگر پیمانے اور نلی کو موجودہ تپش ہی پر تصوّر کیا جائے، اور پارہ کو صفر درجہ مئی پر لایا جائے، تو اس صورت میں حسب ذیل تعلق درست ہوگا:۔

ط × ث × ج × ع = طَ × ثَ × ج × ع

جہاں ث اور ثَ علی الترتیب موجودہ تپش اور صفر درجہ مئی پر پارہ کی کثافتیں ہیں اور ط اور طَ انھیں تپشوں پر پارہ کے استوانے کے طول ہیں پارہ کی کسی معین کمیت کے لئے ث × ح = ثَ × حَ جہاں ح اور حَ علی الترتیب موجودہ تپش اور صفر درجہ مئی پر پارہ کی اس معین کمیت کے حجم ہیں لہٰذا

$$\frac{طَ}{ط} = \frac{ث}{ثَ} = \frac{حَ}{ح}$$

لیکن اگر پارہ کی حجمی پھیلاؤ کی شرح لا اور موجودہ تپش ت ہو تو

ح = حَ (۱ + لات)

یعنی $\frac{حَ}{ح} = \frac{۱}{۱+ لات}$ = (۱ - لات) تقریباً

پس طَ = ط (۱ - لات) .... (۱)

اب فرض کرو کہ پیمانے کی تپش کو صفر درجہ مئی پر لایا جاتا ہے اس صورت میں جو بلندی حاصل ہوتی ہے، اس کی قیمت کو اگر طِ مانا جائے اور پیتل کے طولی پھیلاؤ کی شرح کو ما تصور کیا جائے تو

طِ = طَ (۱ + مات)

لیکن ہمیں مساوات (۱) سے طَ کی قیمت معلوم ہے اس لئے

طِ = ط (۱ + مات) (۱ - لات)

= ط {۱ - (لا - ما) ت} تقریباً .... (۲)

لا = پارہ کے حجمی پھیلاؤ کی شرح = ۱۸۲۰۰۰۰ء

ما = پیتل کے طولی پھیلاؤ کی شرح = ۲۰۰۰۰۰ء

پس طِ = ط (۱ - ۱۶۲۰۰۰ء × ت)

اس سے صفر درجہ مئی پر بار ہوائی کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔

تجربہ ۵ فورٹن بار پیما کی خوانندگیاں لے کر بار ہوائی کی قیمت معلوم کرنا اور تپش کے لئے اس کی تصحیح کرنا:-

سنٹی میٹروں میں

کسر پیما کا مستقل = ...

پارہ کے استوانہ کا طول ط = ...

= .... } = ...

= ....

تپش = ... درجہ مئی

صفر درجہ مئی پر طول ط = ...

= ....

انچوں میں

کسر پیما کا مستقل = ...

پارہ کے استوانہ کا طول ط = ...

= .... } = ...

= ....

تپش = ... درجہ مئی

صفر درجہ مئی پر طول ط = ...

= ....

کلیۂ بائل

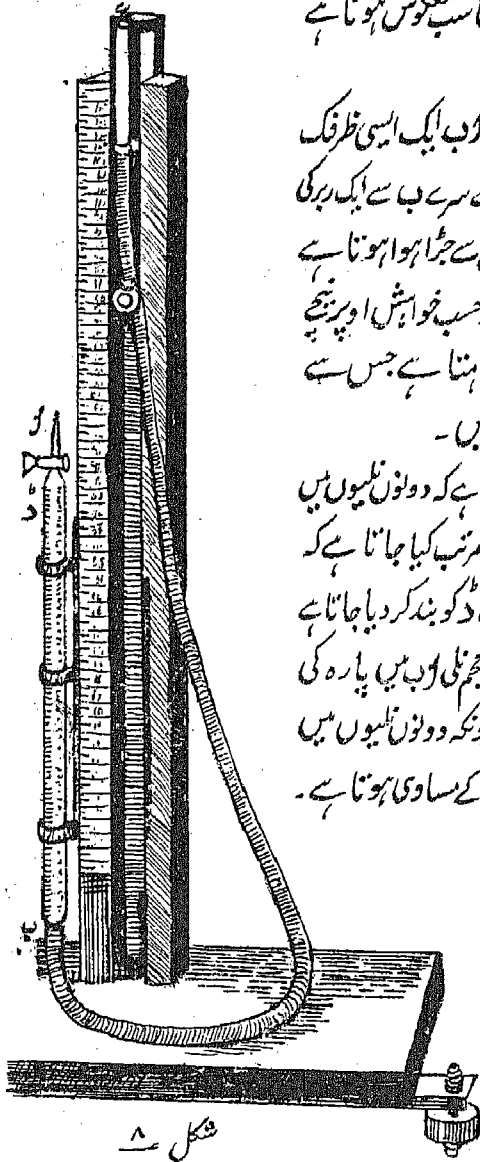
اگر تپش نہ بدلے تو کسی گیس کی ایک معین مکیت کے حجم ح اور دباؤ د میں تناسب معکوس ہوتا ہے
یعنے ح × د = مستقل = لوک ح + لوک د

اس کلیہ کی تصدیق شکل ۸ کی طرح کے آلہ سے بخوبی ہو سکتی ہے اس میں ا ب ایک ایسی ظرفک ہوتی ہے جس کی تعبیر ڈاٹ ڈ کے مقام تک کی ہوئی ہوتی ہے اس نلی کے سرے ب سے ایک ربر کی نلی متعلق ہوتی ہے، جس کا دوسرا سرا دونوں طرف سے کھلی شیشی کی نلی ف ع سے جڑا ہوا ہوتا ہے اس کل انتظام کو انتصابی وضع میں اس طرح قایم کیا جاتا ہے کہ نلی ف ع کو حسب خواہش اوپر نیچے حرکت دی جا سکتی ہے نلی ا ب کے قریب ایک تپش پیما آویزاں رہتا ہے جس سے یہ معلوم ہوتا رہتا ہے کہ تجربے کے دوران میں تپش مستقل رہتی ہے یا نہیں۔

نلی ع ف کے کھلے سرے ع سے اس قدر صاف پارہ داخل کیا جاتا ہے کہ دونوں نلیوں میں پارہ کی سطحیں نظر آنے لگیں پھر ڈاٹ ڈ کھول کر نلی ع ف کے مقام کو اس طرح مرتب کیا جاتا ہے کہ دونوں نلیوں میں پارہ کی سطحیں ایک ہی افقی خط میں آجائیں بعد ازاں ڈاٹ ڈ کو بند کر دیا جاتا ہے اس طرح ہوا کی ایک معین مقدار ظرفک ا ب میں مقید ہو جاتی ہے اس مقید ہوا کا حجم نلی ا ب میں پارہ کی سطح کے مقام سے ڈاٹ ڈ تک کا حجم مشاہدہ کر کے معلوم کیا جا سکتا ہے اس صورت میں چونکہ دونوں نلیوں میں پارہ کی بلندیاں مساوی ہوتی ہیں اس لئے مقید ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ بار ہوائی کے مساوی ہوتا ہے۔
نلیوں میں پارہ کی بلندیاں ناپنے کے لئے ان نلیوں کے درمیان ایک چوبی پیتری پیمانہ انتصاباً لگا رہتا ہے۔

نلی ع ف کو اوپر نیچے لا کر ظرفک میں مقید ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ بدلا جاتا ہے اور ہر صورت میں نلی ع ف اور نلی ا ب میں پارہ کی بلندیاں ناپ کر ان کے فرق کو بار ہوائی میں جمع کر کے مقید ہوا پر عمل کرنے والے مجموعی دباؤ کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے۔

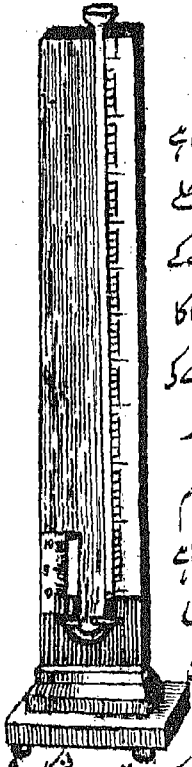
شکل ۸

اس شکل کے آلہ سے کرہ ہوائی کے دباؤ سے زیادہ اور کم دونوں دباؤ کے تحت تجربے کئے جا سکتے ہیں کیوں کہ اگر نلی ع ف میں

پارہ کی بلندی نلی ا ب میں پارہ کی بلندی سے زاید ہو تو دونوں بلندیوں کا فرق مثبت ہوگا، اور اس صورت میں مقید ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ بار ہوائی سے زاید ہوگا۔ اور اگر نلی ع د میں پارہ کی بلندی نلی ا ب میں پارہ کی بلندی سے کم ہو تو ان بلندیوں کا فرق ایک منفی مقدار ہوگا۔ اور بنا برآں مقید ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ بار ہوائی سے کم ہوگا۔ مشاہدات اس انداز سے لئے جاتے ہیں کہ نصف مشاہدات کی صورت میں دباؤ کی قیمت بار ہوائی سے زاید ہو اور نصف کی صورت میں بار ہوائی سے کم۔ ہر صورت میں نلی ا ب میں پارہ کی سطح کے مقام سے ڈاٹ ڈ تک کا حجم مشاہدہ کرکے مقید ہوا کا حجم معلوم کر لیا جاتا ہے۔ اور ہر مشاہدہ سے قبل تپش دیکھ لی جاتی ہے۔ بار ہوائی کی قیمت بار پیما کے ذریعے معلوم کر لی جاتی ہے۔

تجربہ ۶۔ کلیۂ بائل کی تصدیق:-

مشاہدہ نمبر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تپش							
بار ہوائی							
نلی ع د میں پارہ کی بلندی							
نلی ا ب میں پارہ کی بلندی							
دونوں بلندیوں کا فرق							
مجموعی دباؤ د							
مقید ہوا کا حجم ح							
ح × د							
لوک ح							
لوک د							

حاصل ہونے والے نتائج سے لوک ح اور لوک د میں تعلق بنانے والی ترسیم بناؤ۔ یہ ترسیم ایک خطِ مستقیم ہوگی۔ اس ترسیم کے ذریعے معلوم کرو کہ جب مقید ہوا کا حجم ۳۰ مکعب سمر ہو تو دباؤ کی کیا قیمت ہوگی۔ اور جب دباؤ کی قیمت ۱۲۵ سمر ہو اس وقت مقید ہوا کا حجم کیا ہوگا۔

دباؤ= .... حجم ....

تجربہ ۷۔ کلیۂ بائل کو صحیح مان کر دی ہوئی ل نما نلی سے بار ہوائی کی قیمت معلوم کرنا۔

یہ تجربہ شکل ۹ کی طرح کی ل نما نلی سے بخوبی ہو سکتا ہے۔ اس نلی کی چھوٹی ساق اوپر سے بند ہوتی ہے اور بڑی ساق کا بالائی سرا کھلا ہوتا ہے نلی انتصابی وضع میں قائم ہوتی ہے بڑی ساق کے کھلے سرے سے اس قدر پارہ ڈالا جاتا ہے کہ بڑی نلی میں پارہ کے استوائے کی بلندی چھوٹی نلی میں پارے کے استوائے کی بلندی بڑھ جائے اور چھوٹی نلی میں ہوا کی ایک معین مقدار مقید ہو جائے چونکہ نلی کی تراش عمودی کا رقبہ مستقل رہتا ہے اس لئے مقید ہوا کا حجم بند نلی میں پارے کی سطح کے مقام سے بند سرے کی دوری ناپ کر معلوم کیا جاتا ہے۔ دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا تفاوت معلوم کر کے اس میں بار ہوائی کی قیمت لا جمع کر لی جائے تو مقید ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ معلوم ہو جائے گا نلیوں میں پارے کی بلندیاں ناپنے اور مقید ہوا کا حجم معلوم کرنے کے لئے آلے کے ساتھ ایک پیمانہ لگا رہتا ہے اور چھوٹی ساق کے قریب ایک تپش پیما آویزاں رکھا جاتا ہے تاکہ یہ معلوم ہوتا رہے کہ تجربے کے دوران میں تپش نہیں بدلتی۔ پارے کی مقدار میں اضافہ کر کے دباؤ کی مختلف قیمتوں کے لئے مقید ہوا کے حجم معلوم کئے جاتے ہیں اور کلیۂ بائل کی رو سے حاصل ہونے والی مساوات

ح (د+لا) = حَ (دَ + لا) سے لا کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے۔

(اس مساوات میں ح اور حَ مقید ہوا کے حجم ہیں اور د اور دَ نلیوں میں پارے کی بلندیوں کے فرق ہیں) شکل ۹

مشاہدہ نمبر	۱	۲	۳
کھلی نلی میں پارہ کی بلندی			
بند نلی میں پارہ کی بلندی			
دونوں بلندیوں کا فرق			
مجموعی دباؤ د	.... + لا	.... + لا	.... + لا
مقید ہوائی استوائے کا طول ح			
تپش			

.... × (....... + لا) = ... × (.... + لا) ∴ لا = ...

.... × (....... + لا) = ... × (.... + لا) ∴ لا = ...

.... × (....... + لا) = ... × (.... + لا) ∴ لا = ...

بار ہوائی کی اوسط قیمت = ...

تجربہ ۸۔ دئے ہوئے آلہ میں ہوا کی ایک معین کمیت مقید کرکے ثابت کرو کہ اگر تپش نہ بدلے تو کسی گیس کی کثافت اس پر عمل کرنے والے دباؤ کے متناسب ہوتی ہے۔

شکل ۱۰ کی طرح کا آلہ اس مطلب کے لئے بخوبی کام دے سکتا ہے۔ یہ آلہ ایک شیشے کی ہموار نلی پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک طرف سے بند ہو اور جس کا بالائی کھلا سر کسی قدر چوڑا ہو۔ اس نلی کو صاف پارے سے بھر کر انتصابی وضع میں قایم کر دیا جاتا ہے۔ اور بعد ازآں دوسری اس سے کسی قدر پتلی ایک طرف سے بند شیشے کی نلی کو بہ قدر دو تہائی کے صاف پارے سے بھر کر اس کے کھلے سرے کو انگوٹھے سے بند کرکے اسے اول الذکر نلی میں اوندھا دیا جاتا ہے اور جب اس کا کھلا سرا بیرونی نلی کے پارے میں پہنچ جاتا ہے تو انگوٹھا ہٹا لیا جاتا ہے۔ اس کل انتظام کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ یہ اندرونی نلی بیرونی نلی کے اندر انتصابی وضع میں اوپر نیچے متحرک کی جا سکے۔ مقید ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ بار ہوائی سے بہ قدر اس دباؤ کے کم ہوگا جو پارے کے اس استوانے سے پیدا ہوتا ہو جس کی بلندی خارجی اور اندرونی پارے کی سطحوں کا درمیانی فصل ہے۔ مقید ہوا کا حجم اندرونی نلی میں پارے کی سطح سے اس کے بند سرے کی دوری ف کے متناسب ہوگا۔ اور چونکہ حجم اور کثافت میں معکوس نسبت ہوتی ہے اس لئے کثافت طول ف کے مقلوب کے متناسب ہوگی۔ بار ہوائی کی قیمت بار پیما سے معلوم کر لی جاتی ہے۔

بار ہوائی = ... تپش = ...

مشاہدہ نمبر	۱	۲	۳	۴	۵
اندرونی نلی میں پارے کی بلندی					
بیرونی نلی میں پارے کی بلندی					
دونوں بلندیوں کا فرق					
مجموعی دباؤ د					
مقید ہوائی استوانے کا طول ف					
$\frac{1}{ف}$ یعنے کثافت ث					
$\frac{د}{ث}$					

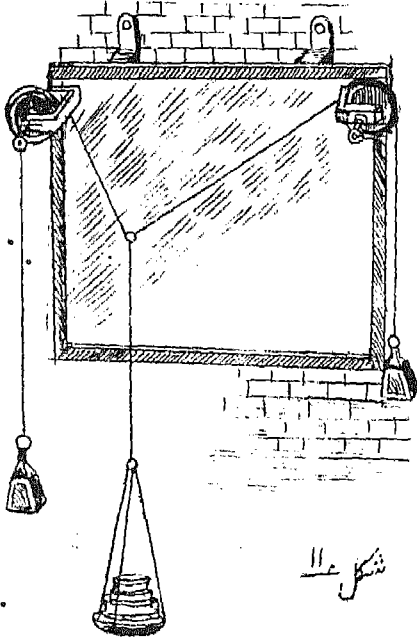
دباؤ اور کثافت میں تعلق بتانے والی ترسیم بناؤ۔ اسے ایک خط مستقیم ہونا چاہیئے۔

شکل ۱۰

قوت

قوت۔ وہ ہے جو کسی جسم کے سکون کو حرکت میں یا حرکت کو سکون میں بدل دے یا بدل دینے کی متقاضی ہو۔
ہر قوت عاملہ اپنے پیدا کردہ اسراع کے متناسب اور اپنے معمول کی کمیت اور اسراع کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتی ہے۔
میٹری نظام میں اکائی قوت سے وہ قوت مراد ہے جو ایک گرام کمیت کے جسم میں ایک سمر فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع پیدا کر دے اسے ڈائین کہتے ہیں۔
انگریزی نظام میں اکائی قوت سے وہ قوت مراد ہے جو ایک پاؤنڈ کمیت کے جسم میں ایک فٹ فی ثانیہ فی ثانیہ کا اسراع پیدا کر دے اسے پاونڈل کہتے ہیں۔
کسی جسم کے وزن سے وہ قوت مراد ہے جس سے زمین اُسے اپنی طرف کشش کرتی ہے کسی جسم کا وزن اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی قیمت کے متناسب اور جسم کی کمیت اور اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی قیمت کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔
گرام وزن سے وہ قوت مراد ہے جو ایک گرام کمیت کے جسم میں اسراع بوجہ جاذبہ زمین کے مساوی اسراع پیدا کر دے۔
پاونڈ وزن سے وہ قوت مراد ہے جو ایک پاؤنڈ کمیت کے جسم میں اسراع بوجہ جاذبہ ارض کے برابر اسراع پیدا کر دے۔
کسی قوت کے نقطۂ عمل، سمت عمل اور مقدار کا اگر علم ہو تو اس قوت کی کلی طور پر تشخیص ہو جاتی ہے۔ یہ تینوں امور خطوطِ مستقیم کے ذریعے ظاہر کئے جا سکتے ہیں۔ اس لئے قوت کی تعبیر ایسے خطِ مستقیم کے ذریعے کی جا سکتی ہے جو قوت کے نقطۂ عمل سے گذرے جس کی سمت قوت کی سمتِ عمل ہو اور جس کا طول قوت کی مقدار کے متناسب ہو
جب چند قوتوں کے زیر عمل کوئی جسم یا ذرہ ساکن ہو تو وہ قوتیں متوازن ہوں گی۔
حاصل قوت سے مراد وہ قوت واحد ہے جو نتیجے کے اعتبار سے دو یا دو سے زیادہ قوتوں کی قائم مقام ہو۔
قوتوں کے متوازی الاضلاع کا مسئلہ:۔ دو قوتیں ایک نقطے پر اگر زاویہ بناتی ہوئی عمل کریں اور اس نقطے سے دو ایسے خطوط کھینچے جائیں جو ان قوتوں کو مقدار و سمت میں تعبیر کریں تو ان خطوط کو متصلہ اضلاع مان کر جو متوازی الاضلاع بنایا جاتا ہے اس کا وہ وتر جو نقطۂ مذکور میں سے گذرے قوتوں کا حاصل ہوگا۔
قوتوں کے مثلث کا مسئلہ:۔ اگر تین متراکز قوتیں مقدار و سمت میں ایک مثلث کے اضلاع سے علی الترتیب تعبیر ہوں تو وہ متوازن ہوں گی۔ یا تین متراکز متوازن قوتیں علی الترتیب ایک مثلث کے اضلاع سے مقدار و سمت میں تعبیر کی جا سکتی ہیں۔

تجربہ ۹۔ قوتوں کے متوازی الاضلاع و مثلث کے مسائل کی عملی تصدیق :-

شکل ۱۱

اس کے لئے شکل ۱۱ کی طرح کا آلہ استعمال کیا جاتا ہے یہ آلہ ایک دیوار کے سہارے انتصابی وضع میں قایم کئے ہوئے ایسے سیاہ تختے پر مشتمل ہوتا ہے جس کے بازوؤں پر ہلکی اور بے رگڑ چرخیاں لگی رہتی ہیں۔ تختے پر سفید کاغذ لگا دیا جاتا ہے۔ اور تین ڈوریوں کو ایک چھلے سے باندھ کر ان میں سے دو کو چرخیوں پر سے گذارا جاتا ہے۔ اور ایک کو یوں ہی چھوڑ دیا جاتا ہے۔ ہر ڈوری کے آزاد سرے سے مناسب اوزان متعلق کر دئے جاتے ہیں۔ اس طرح جو تین قوتیں ڈوریوں کے ذریعے چھلے پر عمل کرتی ہیں ان کے باعث وہ سرک کر تعادل کے مقام پر آجائے گا اور ڈوریاں خاص سمتیں اختیار کرلیں گی۔ تختے پر لگے ہوئے کاغذ پر احتیاط کے ساتھ ڈوریوں کی سمتیں پنسل سے بنائی جاتی ہیں اور مناسب پیمانے کے مطابق حاصل ہونے والے خطوط پر ان ڈوریوں سے علی الترتیب جو اوزان آویزاں ہوتے ہیں، ان کے متناسب طول قطع کرلئے جاتے ہیں۔ اس طرح حاصل ہونے والے خطوط مقدار و سمت میں چھلے پر عمل کرنے والی قوتوں کو تعبیر کریں گے۔ ان میں سے کسی دو کو متصلہ اضلاع مان کر متوازی الاضلاع بنایا جاتا ہے، اور پھر اس کا وہ وتر کھینچا جاتا ہے۔ جو منتخبہ اضلاع کے نقطۂ تقاطع میں سے گذرے اس وتر کو تیسرے خط کی سیدھ میں اور طول میں اس کے مساوی ہونا چاہیئے۔ اوزان بدل بدل کر اس قسم کے کم از کم تین مشاہدات لئے جاتے ہیں۔

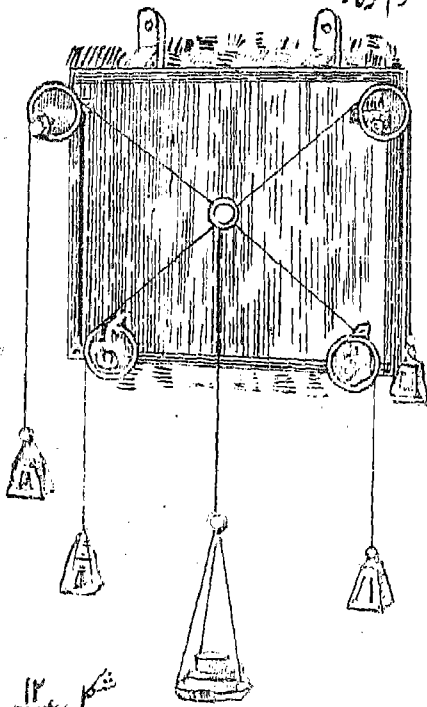
حاصل ہونے والی شکلوں کے قریب کاغذ کے خالی مقامات پر منتخبہ ضلعوں کے متوازی اور طول میں ان کے برابر مثلث کے دو ضلعے بنائے جاتے ہیں اور مثلث کی تکمیل کرکے یہ ثابت کیا جاتا ہے کہ مثلث کا تیسرا ضلع تیسری قوت کو تعبیر کرنے والے خط کے متوازی اور طول میں اس کے مساوی ہوتا ہے۔

جس کاغذ پر شکلیں بنائی جائیں وہ بیاض میں چسپاں کرلیا جائے۔

نامعلوم وزن کی تخمین

تجربہ ۹ میں جن اوزان کو استعمال کیا جاتا ہے ان میں سے اگر دو معلوم ہوں اور ایک نامعلوم تو نامعلوم وزن کی قیمت معلوم کرنے کے لئے صرف اس قدر اہتمام کر لینا کافی ہوتا ہے کہ متوازی الاضلاع کے متصلہ ضلعوں سے معلوم اوزان کو تعبیر کیا جائے نامعلوم وزن کی قیمت حاصل ہونے والے وتر کے طول سے معلوم ہو جائے گی۔ اسی طرح اگر مثلث کے جو دو ضلعے پہلے اتارے جاتے ہیں وہ معلومہ اوزان کو تعبیر کرنے والے خطوط کے متوازی اور طول میں ان کے مساوی ہوں تو مثلث کے تیسرے ضلع کے طول سے نامعلوم وزن کی تخمین ہو جائے گی۔

قوتوں کے کثیر الاضلاع کا مسئلہ:۔ اگر کسی جسم پر عمل کرنے والی متعدد متراکز قوتیں متوازن ہوں تو ان قوتوں کی تعبیر مقدار و سمت میں علی الترتیب ایک کثیر الاضلاع کے اضلاع سے ہوگی۔ یا جن قوتوں کی تعبیر مقدار و سمت میں ایک کثیر الاضلاع کے اضلاع سے ہو رہی ہو وہ متوازن ہوں گی۔

تجربہ ۱۰ قوتوں کے کثیر الاضلاع کے مسئلے کو صحیح مان کر دئے ہوئے نامعلوم وزن کی قیمت معلوم کرنا۔

شکل ۱۲

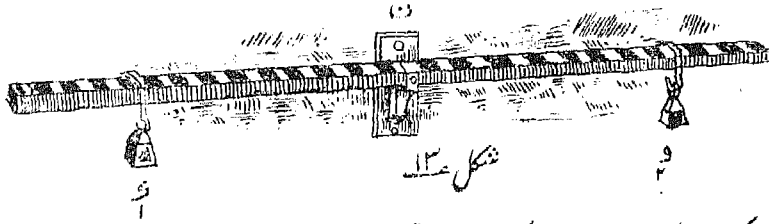
پانچ ڈوریاں اور اوزان لیکر انھیں شکل ۱۲ کی طرح ترتیب دو اور تجربہ ۹ کی طرح ان ڈوریوں کی سمتوں کو کاغذ پر بنا لو حاصل ہونے والے خطوط پر مناسب پیمانے کے مطابق معلومہ اوزان کے متناسب طول قطع کر لو پھر کاغذ کے کسی خالی حصے پر ایک ایسی شکل بناؤ جس کے ضلعے یکے بعد دیگرے مقدار و سمت میں معلومہ اوزان کو تعبیر کر رہے ہوں یعنے ہر معلومہ قوت کو تعبیر کرنے والے خط کے متوازی اور طول میں اس کے مساوی اس طرح خطوط بناؤ کہ پہلے خط کی انتہا سے دوسرے خط کی ابتدا ہو اور دوسرے خط کی انتہا سے تیسرے خط کی ابتدا ہو اور علیٰ ہذا آخر میں آخری خط کی انتہا اور پہلے خط کی ابتدا کو ایک خط مستقیم کے ذریعے ملا دو، یہ خط مستقیم نامعلوم وزن کی سمت عمل کے متوازی ہوگا اس کا طول نامعلوم وزن کی قیمت کے متناسب ہوگا اس لئے نامعلوم وزن کی قیمت معلوم ہو جائے گی۔ اوزان بدل بدل کر تجربہ کم از کم تین مرتبہ دہراؤ اور نامعلوم وزن کی اوسط قیمت معلوم کرو جس کاغذ پر شکلیں اتاری جائیں اسے بیاض میں شریک کر لیا جائے۔

قوت کا معیارِ اثر

کسی محور کے گرد کسی قوت کے گردشی اثر کو اس قوت کا معیارِ اثر کہتے ہیں اور معیارِ اثر کا اندازہ قوتِ مذکور کی مقدار اور محور سے خطِ عمل کے عمودی فاصلے کے حاصلِ ضرب سے ہوتا ہے۔

اگر کوئی جسم قوتوں کے کسی نظام کے زیرِ عمل ساکن ہو تو کل قوتوں کے اثری معیاروں کا حاصل کسی محور کے گرد صفر ہوگا۔ اگر کسی جسم استوار پر عمل کرنے والی کل قوتوں کا حاصل معیارِ اثر کسی معین نقطہ یا نصاب کے گرد صفر ہو تو وہ جسم حالتِ تعادل میں ہوگا۔ اسے معیارِ اثر کا کلیہ یا بیرم کا اصول کہتے ہیں۔

تجربہ ۱۱۔ معیارِ اثر کے کلیہ کی تصدیق اور دئے ہوئے میٹری پیمانے کے وزن کی دریافت:-

شکل ۱۳

معیارِ اثر کے کلیہ کی تصدیق کے لئے میٹری پیمانے کو نصاب ن (شکل ۱۳) پر اس طرح سہارو کہ پیمانے کا نقطۂ وسطی نصاب پر رہے۔ پھر مختلف مناسب اوزان $و_1$ اور $و_2$ بیرم کے مختلف نقاط سے آویزاں کر کے پیمانے کو متوازن کرو اور ہر صورت میں ثابت کرو کہ

$و_1$ × $و_1$ کے نقطۂ عمل سے نصاب کا فاصلہ = $و_2$ × $و_2$ کے نقطۂ عمل سے نصاب کا فاصلہ

میٹری پیمانے کا وزن معلوم کرنے کے لئے پیمانے کو نصاب پر اس طرح قایم کرو کہ وہ کسی ایک جانب نصف سے زاید نکلا رہے۔ دوسری طرف کے مختلف نقاط پر مناسب اوزان یکے بعد دیگرے آویزاں کر کے پیمانے کو متوازن کرو۔ مان لو کہ پیمانے کا وزن لا ہے ظاہر ہے کہ یہ وزن پیمانے کے نقطۂ وسطی سے انتصاباً نیچے کی طرف عمل کرے گا۔ بنا برآں

لا × پیمانے کے نقطۂ وسطی کا نصاب سے فصل = وزن × وزن کے نقطۂ عمل سے نصاب کا فصل

کلیہ معیارِ اثر کی تصدیق — میٹری پیمانے کے وزن کی تخمین

$و_1$	$و_1$ کا فصل نصاب سے $ف_1$	$و_2$	$و_2$ کا فصل نصاب سے $ف_2$	$و_1 \times ف_1$	$و_2 \times ف_2$	نمبر شمار	وزن و	وزن کا فصل نصاب سے ف	پیمانے کے نقطۂ وسطی کا فصل نصاب سے ف'	لا = $\frac{و \times ف}{ف'}$
						۱				
						۲				
						۳				
						۴				

مشینیں

جب کسی قوت کا نقطۂ عمل حرکت کرتا ہے تو کام ہوتا ہے۔

کسی جسم کے کام کرنے کی قابلیت یا مزاحمت پر غالب آنے کی طاقت کا نام توانائی ہے۔

کام = قوت مزاحم × قوت مزاحم کے نقطۂ عمل کا طے کردہ فاصلہ

جب ایک ڈائین قوت کا نقطۂ عمل ایک سنٹی میٹر کا فاصلہ طے کرتا ہے تو ایک ارگ کام ہوتا ہے۔

جب ایک پاونڈل قوت کا نقطۂ عمل ایک فٹ کا فاصلہ طے کرتا ہے تو ایک فٹ پاونڈل کام ہوتا ہے۔

جب ایک گرام وزن قوت کا نقطۂ عمل ایک سنٹی میٹر کا فاصلہ طے کرتا ہے تو ایک گرام سم کام ہوتا ہے۔

جب ایک پونڈ وزن قوت کا نقطۂ عمل ایک فٹ کا فصل طے کرتا ہے تو ایک فٹ پونڈ کام ہوتا ہے۔

ایک جول = 10^{7} ارگ

ہر وہ آلہ جس کے ذریعے داخل کی ہوئی توانائی کے باعث کام حاصل ہوتا ہو مشین کہلاتا ہے۔

کسی مشین کی استعداد سے وہ نسبت مراد ہے جو حاصل شدہ مفید کام کو داخل کی ہوئی مجموعی توانائی کے ساتھ ہو۔

$$\text{استعداد} = \frac{\text{حاصل شدہ مفید کام}}{\text{داخل کی ہوئی مجموعی توانائی}}$$

کامل مشین کی استعداد عدداً ایک کے مساوی ہوتی ہے۔

عام طور پر مشینوں کے ذریعے ایک چھوٹی قوت ق کو بہ طور زور کے لگا کر کہیں زیادہ مقدار کا بوجھ مغلوب کیا جا سکتا ہے۔

$$\text{قوائی نسبت یا مفاد حیلی} = \frac{\text{مغلوب بوجھ}}{\text{مشین میں لگائی ہوئی قوت}} = \frac{\text{بوجھ}}{\text{زور}}$$

$$\text{رفتاری نسبت} = \frac{\text{لگائی ہوئی قوت کے نقطۂ عمل کی رفتار}}{\text{بوجھ کے نقطۂ عمل کی رفتار}} = \frac{\text{لگائی ہوئی قوت کا طے کردہ فاصلہ}}{\text{بوجھ کا طے کردہ فاصلہ}}$$

اگر بوجھ = ب، لگائی ہوئی قوت = ق، بوجھ کا طے کردہ فصل = $ف_1$، اور ق کا طے کردہ فصل = $ف_2$

$$\text{تو استعداد} = \frac{ب \times ف_1}{ق \times ف_2}، \quad \text{اور مفاد حیلی} = \frac{ب}{ق}، \quad \text{رفتاری نسبت} = \frac{ف_2}{ف_1}$$

اس لئے

$$\frac{\text{مفاد حیلی یا قوائی نسبت}}{\text{رفتاری نسبت}} = \frac{ب}{ق} \times \frac{ف_1}{ف_2} = \text{استعداد}$$

تجربہ ۱۲ چرخیوں کے پہلے نظام کی صورت میں مفادِ حیلی اور رفتاری نسبت کی تخمین، استعداد کی دریافت :—

چرخیوں کے پہلے نظام کی صورت میں جیساکہ شکل ۱۴ میں دکھایا گیا ہے، متعدد متحرک چرخیاں ا، ب، اور ج ہوتی ہیں جن میں سے ہر ایک ایک ڈوری کے ذریعے شہ تیر سے متعلق ہوتی ہیں۔ ہر ڈوری کا ایک سرا شہ تیر سے بندھا ہوا ہوتا ہے اور دوسرا سرا چرخی پر سے گزار کر اگلی چرخی کے ڈھانچے سے متعلق کر دیا جاتا ہے۔ بوجھ سب سے آخری چرخی ج کے ڈھانچے سے آویزاں ہوتا ہے، اور قوت ق سب سے اوپر والی چرخی ع پر سے جو ڈوری گذرتی ہے اس کے آزاد سرے ن پر لگائی جاتی ہے۔ ن سے ایک پلڑا باندھ کر پہلے اُس پر اس قدر اوزان رکھے جاتے ہیں کہ بوجھ کی عدم موجودگی میں چرخیاں حالتِ توازن میں آجائیں۔ پھر بوجھ کو آویزاں کرکے یہ دیکھا جاتا ہے کہ اب نظام کو متوازن کرنے کے لئے کس قدر مزید وزن درکار ہے۔ یہی وزن لگائی ہوئی قوت ق کے مساوی ہوگا۔ ظاہر ہے کہ مفادِ حیلی $\frac{ب}{ق}$ کی قیمت اس طرح معلوم ہو جائے گی۔ بوجھ ب کی قیمت بدل بدل کر تجربے کو کم از کم تین مرتبہ دہرایا جاتا ہے۔

شکل ۱۴

اگر تین متحرک چرخیاں استعمال کی گئی ہوں، تو نظری طور پر مفادِ حیلی کی قیمت $۲^۳$ ہوگی۔

رفتاری نسبت معلوم کرنے کے لئے شہ تیر سے بوجھ ب، اور ق کے نقطۂ عمل ن کے فاصلے ناپ لئے جاتے ہیں، پھر ب کے نقطۂ عمل کو بہ قدر ایک معلومہ فصل کے اوپر کی طرف حرکت دے کر یہ دیکھا جاتا ہے کہ ق کا نقطۂ عمل نیچے کی طرف کس قدر فصل طے کرتا ہے۔

نمبر مشاہدہ	بوجھ ب	لگائی ہوئی قوت ق	مفادِ حیلی $\frac{ب}{ق}$
۱			
۲			
۳			

ق کا طے کردہ فصل (۱) ....، بوجھ کا طے کردہ فصل (۱) ....، رفتاری نسبت = ...

" " " (۲) ....، " " " ( ) ....، " " = ...

" " " (۳) ....، " " " ( ) ....، " " = ...

اگر ب بہ قدر فصل ف اوپر ہٹایا جائے تو ق کا نقطۂ عمل ن، $۲^۳$ × ف فصل نیچے اُترے گا۔

استعداد = $\frac{\text{مفادِ حیلی}}{\text{رفتاری نسبت}}$ = ... = ... فی صد

قسمت ۳

تجربہ ۱۳ چرخیوں کے دوسرے نظام کی صورت میں مفاد حیلی اور رفتاری نسبت کی تخمین، استعداد کی دریافت۔

چرخیوں کا یہ نظام جیسا کہ شکل نمبر ۱۵ سے ظاہر ہے تین تین چرخیوں کے دو بلاقوں پر مشتمل ہوتا ہے، اوپر والا بلاق ایک شہ تیر سے متعلق ہوتا ہے اور ثابت رہتا ہے نیچے والا بلاق اول الذکر بلاق سے ایک ایسی مسلسل ڈوری کے ذریعے لٹکایا جاتا ہے جو ہر چرخی پر سے گذرتی ہے اس ڈوری کا ایک سرا اوپر والے بلاق کے ڈھانچے سے بندھا ہوتا ہے اور دوسرے آزاد سرے ن پر قوت ق لگائی جاتی ہے۔ بوجھ ب نیچے والے بلاق کے ڈھانچے سے آویزاں رہتا ہے۔

ق ن ب

شکل ۱۵

پہلے ن سے ایک پلڑا متعلق کرکے اس میں اس قدر اوزان رکھے جاتے ہیں کہ بوجھ کی عدم موجودگی کی صورت میں یہ نظام حالت تعادل میں آجائے، پھر بوجھ ب آویزاں کرکے یہ معلوم کیا جاتا ہے کہ اب نظام کو متوازن کرنے کے لئے پلڑے میں کس قدر زاید وزن رکھنا پڑتے ہیں، یہی زاید اوزان قوت ق کی قیمت ہوں گے۔ بوجھ ب کی قیمت بدل بدل کر اسی طرح تجربے کو کم از کم تین مرتبہ دہرایا جاتا ہے اور ہر صورت میں ب/ق سے مفاد حیلی کی قیمت معلوم کی جاتی ہے، اگر پہلے بلاق میں ڈوریوں کی تعداد ۶ ہو تو نظری طور پر مفاد حیلی کی قیمت ۶ ہونا چاہیے۔ رفتاری نسبت معلوم کرنے کے لئے شہ تیر سے بوجھ 'ب' اور ق کے نقطۂ عمل ن کے فاصلے ناپ لئے جاتے ہیں اور پھر بوجھ ب کو یہ قدر ایک معلوم فصل ف کے اوپر اٹھاکر یہ دیکھا جاتا ہے کہ ق کا نقطۂ عمل ن کس قدر فصل نیچے اترتا ہے، اگر متحرک بلاق میں ڈوریوں کی تعداد ۶ ہو تو اس فصل کی قیمت ۶ ف ہوگی۔

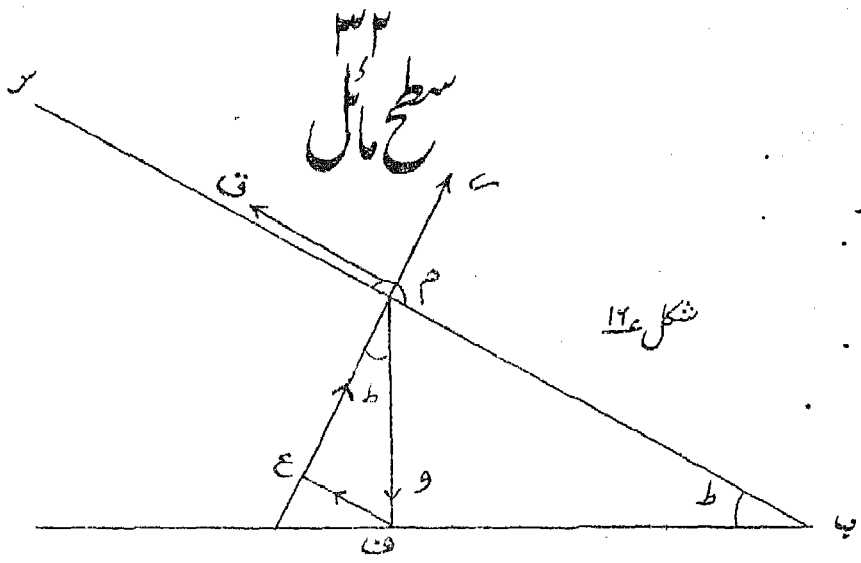
نمبر مشاہدہ	بوجھ ب	لگائی ہوئی قوت ق	مفاد حیلی ب/ق
۱			
۲			
۳			

ق طے کردہ فصل = ... ، بوجھ کا طے کردہ فصل = ... ، رفتاری نسبت = ...

" " = ... ، " " = ... ، " " = ...

" " = ... ، " " = ... ، " " = ...

استعداد = مفاد حیلی / رفتاری نسبت = ... = ... فی صد

۳۲

سطح مائل

فرض کرو کہ جسم م سطح کے متوازی قوت ق لگا کر سطح مائل ل ب پر متوازن کیا گیا ہے۔ مان لو کہ سطح اُفق کے ساتھ ط زاویہ بناتی ہے۔ اگر جسم کا وزن و اور سطح کا ردعمل ر ہو تو جسم تین قوتوں ق، ر اور و کے زیر اثر حالت تعادل میں ہوگا۔ ان قوتوں کی تعبیر مقدار و سمت میں علی الترتیب مثلث ع م ف کے اضلاع ع ف، ع م اور م ف سے ہوتی ہے۔
شکل سے ظاہر ہے کہ ∠ ع م ف = ط اور زاویہ ف ع م = ۹۰ لہذا

ق/و = جب ط یا ق = و جب ط .... (۱)

اگر سطح مائل کا طول ل اور ارتفاع ب ہو تو جب ط = ب/ل یعنی

ق = و ب/ل .... (۲)

ر/و = جم ط یا ر = و جم ط .... (۳)

مان لو کہ جسم م کی کمیت ک اور اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی قیمت ج ہے تو و = ک ج اس لئے

ق = ک ج جب ط اور ر = ک ج جم ط

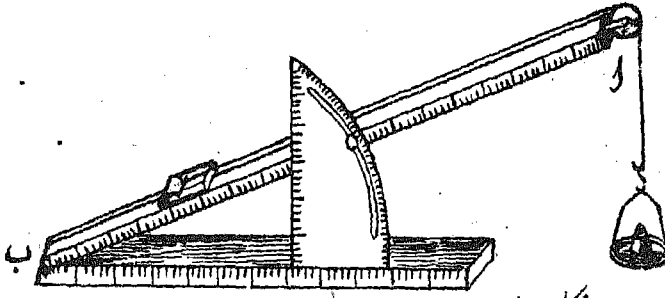
لیکن نیوٹن کے کلیہ دوم کے بموجب ق = ک س جہاں س سے مراد جسم کا اسراع ہے لہذا

ک س = ک ج جب ط یا س = ج جب ط .... (۴)

یا ج = س/جب ط = س × ل/ب .... (۵)

سطح مائل پر پھسلنے والا جسم جس وقت میں کہ سطح کے طول ل کو طے کرتا ہے اس کی قیمت اگر و ثانیے ہو تو

ل = ½ س و² یعنی س = ٢ل/و² .... (۶)

تجربہ ۱۴۔ ایک جسم کو سطح مائل پر سطح کے متوازی عمل کرنے والی قوت سے سہارا کیا گیا ہے ایک ایسی ترسیم تیار کرو جو قوت اور سطح کے زاویہ میلان ط کے جیب میں تعلق ظاہر کرے جسم کا وزن بھی دریافت کرو۔

سطح مائل شکل ۱۷ پر جسم کو رکھ کر پلڑے میں اس قدر اوزان رکھو کہ ذرا سا دھکا دینے پر جسم سطح کے اوپر یا نیچے یکساں آسانی کے ساتھ حرکت کر سکے میلان کو بدل بدل کر اس تجربے کو دھراؤ

شکل ۱۷

اور ہر صورت میں قوت کی قیمت پلڑے میں رکھے ہوئے اوزان میں پلڑے کا وزن جمع کر کے اور مجموعے کو اسراع بہ وجہ جاذبہ زمین کی قیمت سے ضرب دے کر معلوم کرو

سطح مائل کا طول ا ب یعنے ل ناپ لو اور ہر صورت میں نقطہ ا کا ارتفاع ب بھی معلوم کر لو۔

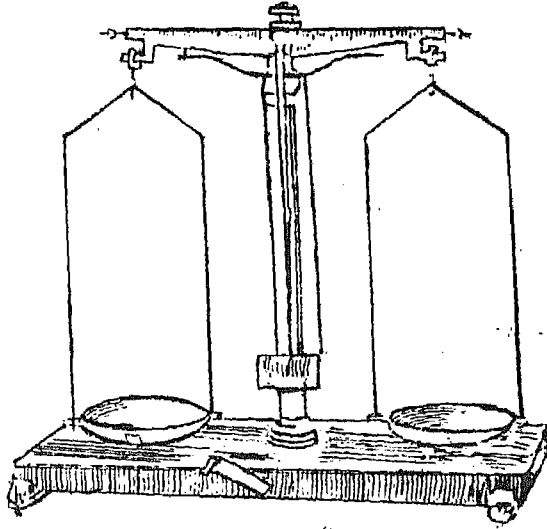
مشاہدہ نمبر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
قوت ق							
سطح کا ارتفاع ع ب							
سطح کا طول ل							
جب ط = ب/ل							
وزن = ق×ل/ب							

تجربہ ۱۵۔ سطح مائل کا میلان بدل بدل کر کسی جسم کو اس پر لڑھکاؤ اور جسم کے اسراع اور سطح کے زاویہ میلان ط کے جیب میں تعلق بتانے والی ترسیم بناؤ۔ اسراع بہ وجہ جاذبہ زمین کی قیمت اخذ کرو۔

یہ تجربہ بھی شکل ۱۷ کی سی سطح مائل سے کیا جا سکتا ہے میلان کی قیمت بدل بدل کر وہ وقت معلوم کرنا چاہیئے جس میں کہ کوئی سطح مائل پر لڑھکنے والا جسم سطح کو طے کرتا ہے۔ سطح کا طول ل اور ارتفاع ب ہر صورت میں ناپ لینا چاہیئے۔ ڈوری اور پلڑے کی اس تجربے میں ضرورت نہیں

مشاہدہ نمبر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
وقت و							
بش = ۲ل/و۲							
سطح کا ارتفاع ب							
جیب ط = ب/ل							
ج = اسراع/جیب ط							

تجربہ نمبر (۱۴) اور (۱۵) سے حاصل ہونے والے نتایج کو ترسیموں کی شکل میں ظاہر کیا جائے۔

ترازو

شکل عـ۱۸

معمولی ترازو شکل عـ۱۸ کی ڈنڈی کے سروں پر دھات کے دو حلقے ہوتے ہیں۔ دونوں حلقے چوڑی دار ہوتے ہیں جو گھمانے سے ادھر اُدھر سرک سکتے ہیں۔ پلڑوں کے اوزان میں اگر خفیف سا فرق ہو تو ان حلقوں کو آگے پیچھے سرکا کر یہ فرق پورا کر لیا جاتا ہے۔ ٹیکن کے پہلو میں ایک شاقول لٹکتا رہتا ہے جس سے اس امر کا پتہ چلتا ہے کہ ٹیکن اُفق پر عمود دار ہے یا نہیں۔ اگر ٹیکن عمود دار نہ ہو تو ترازو ٹھیک کام نہ دے گا۔ اس نقص کے تدارک کے لئے ترازو کے پائیدان کے نیچے چوڑی دار پائے لگے رہتے ہیں ان کو گھمانے سے پایوں کی بلندیوں میں کمی بیشی کر کے نقصِ مذکور کا دفعیہ کیا جا سکتا ہے۔

ترازو کی ڈنڈی ایک سخت سلاخ ہوتی ہے اور ایک ایسے دھار دار کنارہ پر ٹھیری ہوئی ہوتی ہے جو ترازو کے ستون کے اوپر کی چپٹی تختیوں پر ٹھیرا رہتا ہے۔ ڈنڈی کے دونوں سروں پر بھی دھار دار کنارے چڑھے ہوتے ہیں جن پر سے دونوں پلڑے لٹکتے رہتے ہیں۔ ڈنڈی کے دونوں حصے ترازو کے بازو کہلاتے ہیں۔ ترازو کے بازوؤں کی باہمی نسبت معین اور ایک کے مساوی ہونا چاہیئے۔ ایک پیرم کی مدد سے ترازو کی ڈنڈی کو دھار دار کناروں پر سے اُٹھا کر ستون سے لگی ہوئی ایک دو شاخہ نما سلاخ پر رکھا جا سکتا ہے اور اس سلاخ پر سے حسبِ مرضی دھار دار کناروں پر لایا جا سکتا ہے۔ یہ عمل ہمیشہ آہستہ آہستہ کیا جاتا ہے تاکہ دھار دار کناروں کو نقصان نہ پہنچے۔ قوتیں جو ترازو کی ڈنڈی پر عمل کرتی ہیں وہ پلڑوں پر رکھے ہوئے اوزان ہوتے ہیں۔ جب ڈنڈی تعادل کی حالت میں ہوتی ہے تو ان اوزان کی کمیتوں میں جو نسبت ہوتی ہے وہ ترازو کے بازوؤں کا مقلوب ہے۔

ترازو کی ڈنڈی کے بیچ میں ایک نمایندہ لگا رہتا ہے جو ڈنڈی کے اہتزاز کرنے کی صورت میں ستون پر نیچے کی طرف لگے ہوئے ایک پیمانے پر حرکت کرتا ہے۔ کسی جسم کو تولنے میں باٹ اس وقت تک کم وبیش کئے جاتے ہیں جب تک کہ نمایندہ اُس مقام کے گرد اہتزاز نہ کرنے لگے جس مقام کے گرد کہ وہ عدم بار کی حالت میں اہتزاز کرتا ہے۔ اس لئے ضروری ہے کہ جب ترازو سے کسی جسم کی کمیت معلوم کرنا ہو تو پہلے نمایندہ کا کاذبِ صفر معلوم کر لیا جائے۔ اس کے لئے بیرم کی مدد سے ڈنڈی کو، دھار دار کناروں پر لا کر یہ دیکھا جاتا ہے کہ نمایندہ داہنے اور بائیں جانب کتنے درجے طے کرتا ہے۔
مثلاً اگر نمایندہ کا اہتزاز حسب ذیل ہو:—

داہنی جانب	بائیں جانب
+ ۴٫۶	− ۳٫۴
+ ۴٫۴	− ۳٫۶
+ ۴٫۸	
مجموعہ + ۱۳٫۸	− ۷٫۰
اوسط + ۴٫۶	− ۳٫۵

تو صفرِ کاذب کا مقام پیمانے پر = + ۴٫۶ − ۳٫۵ = + ۱٫۱
یعنے صفرِ کاذب پیمانے کے صفر سے داہنی جانب بہ قدر ۱٫۱ درجے ہٹا ہوا ہوگا۔

جب کبھی پلڑے کو باٹ ہٹانے یا رکھنے کی غرض سے چھونا ہو تو بیرم کی مدد سے ڈنڈی کو ضرور نیچے اُتار لینا چاہیئے۔ تولنے کا قاعدہ یہ ہے کہ جس شئے کی کمیت معلوم کرنا ہو اُس کو ترازو کے بائیں پلڑے میں رکھا جائے اور باٹ داہنی طرف کے پلڑے میں ڈالے جائیں۔ باٹوں میں کمی بیشی کر کے یہ دیکھا جائے کہ نمایندہ کب صفرِ کاذب کے گرد اہتزاز کرتا ہے، یعنے باٹوں کی کس قیمت کے لئے نمایندے کے اہتزاز سے اگر حسب طریقۂ بالا صفرِ کاذب کی قیمت معلوم کی جائے، تو کب وہ صفرِ کاذب کی پہلے حاصل کی ہوئی قیمت کے مساوی ہوتی ہے۔ جب یہ صورت ہو تو پلڑے میں رکھے ہوئے اوزان جسم کی کمیت کے مساوی ہوں گے۔ باٹوں کے صندوقچے کے اندر ایک چمٹی ہوتی ہے اسی کے ذریعے باٹوں کو ڈالنا یا نکالنا چاہیئے۔ باٹوں کو ہاتھ سے ہرگز نہ چھونا چاہیئے۔

اگر ترازو حساس ہو تو وزن میں خفیف سا اضافہ نمایندے کے نقطۂ سکون کو قابلِ لحاظ طور پر ہٹا دے گا۔ جب کبھی ترازو کے ہلنے کے موقوف کرنا ہو تو روک اس وقت استعمال کرنا چاہیئے، جب کہ نمایندہ صفرِ کاذب پر سے گذر رہا ہو۔

تجربہ ۱۶ ترازو کے ذریعے دیے ہوئے جسم کی کمیت معلوم کرنا :۔

پیچوں کے ذریعے ترازو کی سطح درست کرلو اور دستے کو گھما کر ڈنڈی کو آزاد کرو، اگر اس عمل سے ڈنڈی ہلنا شروع نہ ہو تو پلڑوں میں سے کسی ایک پر ہاتھ کو جلد جلد ہلا کر ہوا کی ایک دھیمی رو پیدا کرو، اور پھر صفر کا ذب کا مقام معلوم کرلو۔

صفر کا ذب کی تعین :۔ داہنی طرف بائیں طرف

	داہنی طرف	بائیں طرف
	....	....
	....	....
مجموعے	....	....
اوسط	....	....

صفر کا ذب کا مقام = ... درجے

نامعلوم کمیت کے جسم کو بائیں پلڑے میں رکھ کر داہنی طرف کے پلڑے میں ایک مناسب وزن رکھو اور دیکھو کہ یہ وزن ڈنڈی کو آزاد کرنے پر توازن قایم کرنے کے لئے کافی ہے یا نہیں۔ تدریجی طور پر اوزان میں کمی بیشی کرکے وہ وزن معلوم کرو جو توازن پیدا کرنے کے لئے کافی ہوتا ہو۔

داہنی طرف کے پلڑے میں وزن	زیادہ ہے یا کم
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....
....	....

لہذا نامعلوم کمیت کے جسم کی کمیت گرام

اگر کسی ترازو کا صفر کا ذب پیمانے کے نقطۂ وسطی سے کافی ہٹا ہوا ہو تو ترازو ناقص ہوگی۔

ناقص ترازو سے صحیح وزن دریافت کرنے کے دو طریقے ہیں:-

پہلا طریقہ:- صفرِ کاذب کا مقام معلوم کرکے نامعلوم کمیت کے جسم کو بائیں پلڑے میں رکھو اور داہنے پلڑے میں اس قدر ریت یا اور کوئی اسی قسم کی شئے ڈالو کہ ڈنڈی کو آزاد کرنے پر نمایندہ صفرِ کاذب کے گرد اہتزاز کرنے لگے۔ اس کے بعد جسم کو نکال کر بائیں طرف کے پلڑے میں اس قدر اوزان رکھو کہ پھر نمایندہ صفرِ کاذب کے گرد اہتزاز کرنے لگے، ظاہر ہے کہ اس صورت میں اوزان جسم کی کمیت کے بالکل برابر ہوں گے۔ کیوں کہ اگر ترازو کا داہنا بازو لا اور بائیں طرف کا بازو ما ہو۔ ریت کی کمیت ک$_{1}$ اور اوزان کی کمیت ک$_{2}$ اور جسم کی کمیت ک ہو تو

$$\text{ک}_{1} \times \text{لا} = \text{ک} \times \text{ما} = \text{ک}_{2} \times \text{لا}$$

$$\therefore \text{ک}_{1} = \text{ک}_{2}$$

دوسرا طریقہ:- صفرِ کاذب کا مقام معلوم کرکے جسم کو داہنی طرف کے پلڑے میں رکھو، اور وہ اوزان و$_{1}$ معلوم کرو جنھیں بائیں طرف کے پلڑے میں رکھنے کی صورت میں نمایندہ ڈنڈی کے آزاد ہونے کی صورت میں صفرِ کاذب کے گرد اہتزاز کرتا ہے۔ اس کے بعد جسم کو بائیں پلڑے میں رکھ کر وہ اوزان و$_{2}$ معلوم کرو جنھیں داہنی طرف کے پلڑے میں رکھنے پر ڈنڈی کے آزاد ہونے کی صورت میں نمایندہ صفرِ کاذب کے گرد اہتزاز کرتا ہے۔

مان لو کہ ترازو کے داہنے اور بائیں بازو علی الترتیب لا اور ما ہیں اور صحیح وزن و ہے تو

پہلی صورت میں

$$\text{و} \times \text{لا} = \text{و}_{1} \times \text{ما} \quad \text{یعنے} \quad \text{و} = \frac{\text{و}_{1} \times \text{ما}}{\text{لا}}$$

دوسری صورت میں

$$\text{و} \times \text{ما} = \text{و}_{2} \times \text{لا} \quad \text{یعنے} \quad \text{و} = \frac{\text{و}_{2} \times \text{لا}}{\text{ما}}$$

$$\text{لہذا} \quad \text{و} \times \text{و} = \frac{\text{و}_{1} \times \text{ما}}{\text{لا}} \times \frac{\text{و}_{2} \times \text{لا}}{\text{ما}} = \text{و}_{1} \times \text{و}_{2}$$

$$\text{یا} \quad \text{و} = \sqrt{\text{و}_{1} \times \text{و}_{2}}$$

اگر اوزان و$_{1}$ اور و$_{2}$ ایک دوسرے سے زیادہ مختلف نہ ہوں تو ان کے حاصلِ ضرب کے جذر کے بجائے ان کے مجموعے کا نصف جسم کا صحیح وزن تصور کیا جا سکتا ہے۔

تجربہ ۱۷ ناقص ترازو سے دئے ہوئے جسم کا صحیح وزن معلوم کرو۔

صفر کا ذب کا مقام = ... درجے

جسم داہنی طرف رکھ کر ریت بائیں طرف کے پلڑے میں ڈالی گئی اور جب نمایندہ صفر کا ذب کے گرد اہتزاز کرنے لگا تو جسم کو پلڑے میں سے نکال کر پلڑے میں اس قدر اوزان ڈالے گئے کہ ڈنڈی کو آزاد کرنے پر نمایندہ پھر صفر کا ذب کے گرد اہتزاز کرنے لگا۔

جسم کا صحیح وزن = ...
= ....
= .... } = ... گرام

دوسرا طریقہ:۔ صفر کا ذب کا مقام = ... درجے

جسم کو داہنی طرف کے پلڑے میں رکھ کر وہ اوزان $و_1$ معلوم کئے گئے جنھیں بائیں طرف کے پلڑے میں رکھنے پر ڈنڈی کے آزاد ہونے کی صورت میں نمایندہ پھر صفر کا ذب کے گرد اہتزاز کرتا ہے۔

$و_1$ = ...
= ....
= .... } = ... گرام

جسم کو بائیں طرف کے پلڑے میں رکھ کر وہ اوزان $و_2$ معلوم کئے گئے جنھیں داہنی طرف کے پلڑے میں رکھنے پر نمایندہ پھر صفر کا ذب کے گرد اہتزاز کرتا ہے۔

$و_2$ = ...
= ....
= .... } = ... گرام

لہذا جسم کا وزن = $\sqrt{و_1 \times و_2}$ = $\sqrt{.......... \times ....}$
= $\sqrt{..........}$
= .... گرام

کثافت

کسی متجانس الاجزا جسم کی کثافت سے مادے کی وہ مقدار مراد ہے جو اس کے اکائی حجم میں پائی جائے۔

تجربہ ۱۸۔ دیے ہوئے جسم کی کثافت معلوم کرنا۔

ترازو کی مدد سے جسم کی کمیت معلوم کر لو پھر درجہ دار استوانی شکل ۲۰ میں کسی خاص نشان تک پانی ڈالو اور جسم کو اس میں ڈال کر یہ دیکھو کہ جسم کو ڈالنے پر پانی کی سطح کا مقام کتنے مکعب کے نشان تک آجاتا ہے۔ جسم کی عدم موجودگی میں پانی کی سطح کا مقام جس نشان پر تھا اسے اگر آخر الذکر نشان میں سے تفریق کر دیا جائے تو حاصلِ تفریق جسم کا حجم ہوگا۔

جسم کی کمیت = ... گرام

جسم کا حجم = ... مکعب سمر

جسم کی کثافت = کمیت / حجم = ... = ... گرام فی مکعب سمر

شکل ۲۰

کثافتِ اضافی

کسی شئے کی کثافتِ اضافی سے وہ نسبت مراد ہے جو اس شئے کے کسی حجم کے وزن کو معیاری شئے کے مساوی حجم کے وزن کے ساتھ ہو۔ ۴° ۵ تپش پر کے خالص پانی کو معیاری شئے قرار دیا گیا ہے۔ اگر خالص پانی کی تپش ۴° ۵ ہو تو اس کے ایک مکعب سمر کی کمیت ایک گرام ہوتی ہے۔

کثافتِ اضافی = کسی جسم کی کثافت / پانی کی کثافت

= کسی جسم کی کمیت فی اکائی حجم / پانی کی کمیت فی اکائی حجم

= کسی جسم کی کمیت / مساوی الحجم پانی کی کمیت

= کسی جسم کا وزن / اس کا نقصانِ وزن پانی میں .... (بموجب اصولِ ارشمیدس)

تجربہ ۱۹۔ کثافتِ اضافی کی بوتل سے دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا:۔

کثافتِ اضافی کی بوتل شکل ۲۱ ایک صراحی نما بوتل ہوتی ہے جس میں ایک خاص حجم کا مائع سما سکتا ہے۔ اس بوتل کے منھ میں ایک ایسی ڈاٹ لگی ہوتی ہے جو اُسے اچھی طرح بند کر سکتی ہے۔ ڈاٹ میں ایک سوراخ ہوتا ہے تاکہ بند کرتے وقت ہوا اور زاید مائع بوتل سے نکل جائے۔ پہلے بوتل کو خوب اچھی طرح صاف کر لیا جاتا ہے، اس کے لئے بوتل کو کاوی سوڈا کے محلول اور ہیڈ روکلورک ترشہ سے دھوکر پانی سے متعدد مرتبہ کھنگال لیا جاتا ہے، پھر بوتل کو خشک کیا جاتا ہے۔ خشک کرنے کے لئے شیشے کی ایک ایسی نلی لی جاتی ہے جو بوتل کے اندر بہ آسانی جا سکے۔ اس نلی کو ایک ربر کی نلی کے ذریعے ایک بھتنے سے متعلق کر دیا جاتا ہے، اور بھتنے کو پیر سے چلاکر بوتل میں ہوا کی رَو گزاری جاتی ہے۔ ساتھ ہی ساتھ بوتل کو بنسنی مشعل پر شعلہ سے کسی قدر اوپر گھماتے رہتے ہیں، تاکہ بوتل تدریجی طور پر ہموارانہ گرم ہوتی رہے۔ اگر بوتل کو گرم کرنے کے بجائے شیشے کی نلی کو بنسنی مشعل پر پکڑکر بوتل میں سے گرم ہوا کی رَو گزاری جائے تو زیادہ بہتر ہے۔ بوتل کو صاف و خشک کر لینے کے بعد اُس کا وزن $و_1$ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد بوتل کو پانی سے پوری طرح بھر کر پھر تولا جاتا ہے، اور وزن $و_2$ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ پھر بوتل کو پانی سے خالی کر کے خشک کر لیا جاتا ہے، اور اُسے مائع سے پوری طرح بھر کے وزن $و_3$ معلوم کر لیا جاتا ہے تو

شکل ۲۱

$$\text{مائع کی کثافتِ اضافی} = \frac{و_3 - و_1}{و_2 - و_1}$$

بوتل کا وزن = $و_1$ = ... گرام

بوتل معہ پانی کا وزن = $و_2$ = ... گرام

بوتل معہ مائع کا وزن = $و_3$ = ... گرام

محض مائع کا وزن = $و_3 - و_1$ = ... گرام

مائع کے مساوی الحجم پانی کا وزن = $و_2 - و_1$ = ... گرام

∴ مائع کی کثافتِ اضافی = ...

.... =

بوتل کو مائع یا پانی سے بھرنے کے بعد ڈاٹ لگا کر تولنے سے قبل کسی صاف کپڑے سے اچھی طرح پونچھ لینا چاہیئے۔

تجربہ ۲۰ کثافتِ اضافی کی بوتل سے دانے دار ٹھوس کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا۔

بوتل کو صاف و خشک کر کے خالی بوتل کا وزن و۱ معلوم کر لو اس کے بعد ٹھوس کا وزن و۲ دریافت کرو پھر بوتل کو پانی سے بھر کر اس کا وزن و۳ دریافت کرو/ سب سے آخر میں ٹھوس کو بوتل میں داخل کرو۔ اس عمل سے بوتل میں سے کچھ پانی نکل جائے گا اس صورت میں بوتل، پانی اور ٹھوس کا مجموعی وزن و۴ معلوم کر لو۔

خالی بوتل کا وزن = و۱ = ... گرام

دانے دار ٹھوس کا وزن = و۲ = ... گرام

بوتل معہ پانی کا وزن = و۳ = ... گرام

بوتل، پانی اور دانے دار ٹھوس (بوتل میں) = و۴ = ... گرام

دانے دار ٹھوس کے مساوی الحجم پانی کا وزن = ... گرام

∴ کثافتِ اضافی = ... / .... = ...

تجربہ ۲۱ کثافتِ اضافی کی بوتل سے پانی میں حل پذیر سفوف کی کثافت معلوم کرنا۔

اس کے لئے پانی کے بجائے وہ مائع استعمال کرنا چاہیئے جس میں کہ سفوف حل نہ ہوتا ہو اور پہلے تجربے ۱۹ کی طرح مائع کی کثافتِ اضافی ث معلوم کر لینا چاہیئے، پھر تجربہ ۲۰ کی طرح مائع کی اضافت سے سفوف کی کثافت معلوم کر لینا چاہیئے۔ مان لو کہ مائع کی کثافت ث ہے تو

$$\text{سفوف کی کثافتِ اضافی} = \frac{\text{سفوف کا وزن}}{\text{مساوی الحجم مائع کا وزن}} \times \text{ث}$$

بوتل کا وزن = و۱ = ... گرام

بوتل معہ پانی کا وزن = و۲ = ... گرام

بوتل معہ مائع کا وزن = و۳ = ... گرام

مائع کی کثافتِ اضافی = ... / ....

سفوف کا وزن = ... گرام

بوتل، مائع اور سفوف (بوتل میں) = ... گرام

مائع کی اضافت سے سفوف کی کثافت .... / ....

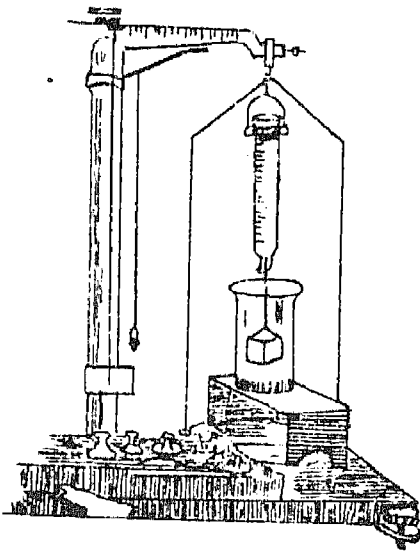
اس لئے سفوف کی کثافتِ اضافی =

= ....

اصولِ ارشمیدس

جب کوئی جسم کسی سیّال میں ڈبو دیا جاتا ہے تو اس جسم کے وزن میں ہٹائے ہوئے سیّال کے وزن کے مساوی ظاہری کمی ہو جاتی ہے' یا جب کوئی جسم کلیتہً یا جزاً کسی ساکن سیّال میں داخل کیا جاتا ہے تو اُس پر اوپر کی طرف ایک قوت اچھال عمل کرتی ہے جس کی مقدار ہٹائے ہوئے سیّال کے برابر ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ پانی کے اندر ڈوبا ہوا جسم اپنے وزن کا ایک حصہ بہ ظاہر کھو دیتا ہے اور یہ حصہ اُس پانی کے وزن کے مساوی ہوتا ہے جس کی جگہ جسم مذکور لے لیتا ہے' پس

پانی میں ڈوبے ہوئے کسی جسم کا نقصانِ وزن = اس جسم کے مساوی الحجم پانی کا وزن
= عدداً جسم مذکور کا حجم (کیوں کہ ایک مکعب سمر پانی کا وزن ایک گرام ہوتا ہے)

تجربہ ۲۲ ارشمیدس کے اصُول کی عملی تصدیق دیتے ہوئے ٹھوس جسم کی کثافتِ اضافی کی تخمین:۔

شکل ۲۲

اس تجربے کے لئے شکل ۲۲ کی طرح ترتیبِ آلات کی ضرورت ہے یعنے ترازو کے ایک سرے سے ایک درجہ دار استوانی آویزاں کی جائے اور اس استوانی کے نیچے ڈور کے ذریعے کوئی جسم لٹکا دیا جائے پلڑے پر ایک تپائی رکھ کر اُس پر شیشے کا ایک منقارہ اس طرح رکھا جائے کہ جسم منقارے کے اندر رہے۔ جسم کو آویزاں کرنے سے قبل محض درجہ دار استوانی کا وزن $و_1$ معلوم کر لیا جائے اس کے بعد جسم کو آویزاں کر کے درجہ دار استوانی' اور جسم کا مجموعی وزن $و_2$ معلوم کر لیا جائے اس طرح $و_2 - و_1$ سے جسم کا وزن ہوا میں دریافت ہو جائے گا۔ منقارے میں اس قدر پانی ڈالا جائے کہ جسم پانی میں ڈوبا رہے اور جسم اور درجہ استوانی کا مجموعی وزن $و_3$ معلوم کر لیا جائے ظاہر ہے کہ

جسم کا نقصانِ وزن = $(و_2 - و_1) - (و_3 - و_1) = و_2 - و_3$ گرام

اب درجہ دار استوانی کو پانی سے اس قدر بھرو کہ اس کے اندر پانی کا حجم $(و_2 - و_3)$ مکعب سمر ہو اور پھر درجہ دار استوانی اور پانی میں ڈوبے ہوئے جسم کا وزن $و_4$ معلوم کر کے یہ ثابت کیا جائے کہ وزن $و_4$، $و_2$ کے مساوی ہے۔

جسم کی کثافتِ اضافی = $\frac{و_2 - و_1}{و_2 - و_3}$

درجہ دار استوانی کا وزن $= w_1 = \dots\dots$ گرام

درجہ دار استوانی اور جسم کا مجموعی وزن $= w_2 = \dots\dots$ گرام

درجہ دار استوانی اور پانی میں ڈوبے ہوئے جسم کا وزن $= w_3 = \dots\dots$ گرام

درجہ دار استوانی اور پانی میں ڈوبے ہوئے جسم کا وزن

جب کہ درجہ دار استوانی میں $w_2 - w_3$ مکعب سمر پانی ہو $= w_4 = \dots\dots$ گرام $= w_4 = \dots\dots$ گرام

جسم کا وزن ہوا میں $= w_2 - w_1 = \dots\dots$ گرام

جسم کا نقصانِ وزن پانی میں $= w_2 - w_3 = \dots\dots$ گرام = جسم کا حجم مکعب سمروں میں

جسم کی کثافتِ اضافی $= \frac{w_2 - w_1}{w_2 - w_3} = \dots\dots = \dots\dots$

تجربہ ۲۳ ـ سکونی ترازو سے دئے ہوئے پانی سے ہلکے ٹھوس جسم کی کثافتِ اضافی کی تخمین :-

اس تجربے کے لئے کوئی لوہے یا اور کسی دھات کا ایسا ٹکڑا منتخب کیا جائے جس کے ساتھ اگر دئے ہوئے جسم کو پانی میں آویزاں کیا جائے تو جسم پانی میں ڈوب جائے اور تجربہ ۲۲ کی طرح (درجہ دار استوانی کے بغیر) اس لوہے یا دھات کے ٹکڑے کو پانی میں آویزاں کرکے محض اُس کا وزن w_1 معلوم کر لیا جائے، پھر جسم کو اس طرح آویزاں کیا جائے کہ وہ پانی سے اوپر رہے اور لوہے یا دھات کا ٹکڑا پانی کے اندر رہے اور مجموعے کا وزن w_2 معلوم کر لیا جائے۔ بعد ازآں جسم کو لنگر کے ساتھ اس طرح آویزاں کرو کہ جسم اور لنگر دونوں پانی میں ڈوبے رہیں اور مجموعے کا وزن w_3 معلوم کرلو۔

لنگر کا وزن پانی میں $= w_1 = \dots\dots$ گرام

وزن (لنگر پانی میں + جسم ہوا میں) $= w_2 = \dots\dots$ گرام

جسم کا وزن ہوا میں $= w_2 - w_1 = \dots\dots$ گرام

وزن (لنگر + جسم پانی میں) $= w_3 = \dots\dots$ گرام

∴ جسم کا نقصانِ وزن پانی میں $= (w_2 - w_1) - (w_3 - w_1) = w_2 - w_3 = \dots\dots$ گرام

∴ ٹھوس کی کثافتِ اضافی $= \frac{w_2 - w_1}{w_2 - w_3} = \dots\dots$

$= \dots\dots$

تجربہ ۲۴ ماسکونی ترازو سے دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا :-

کوئی ٹھوس جسم استعمال کرکے تجربہ ۲۲ کی طرح اس کا وزن اور پانی میں نقصانِ وزن اور پھر مائع میں نقصانِ وزن معلوم کیا جائے۔

جسم کا وزن ہوا میں = $و_1$ = ... گرام

جسم کا وزن پانی میں = $و_2$ = ... گرام

∴ نقصانِ وزن پانی میں = $و_1 - و_2$ = ... گرام

= جسم کے مساوی الحجم پانی کا وزن

جسم کا وزن مائع میں = $و_3$ = ... گرام

∴ نقصانِ وزن مائع میں = $و_1 - و_3$ = ... گرام

= جسم کے مساوی الحجم مائع کا وزن

∴ کثافتِ اضافی = $\frac{و_1 - و_3}{و_1 - و_2}$ = $\frac{\cdots\cdots}{\cdots\cdots}$ = ...

تجربہ ۲۵ کاپر سلفیٹ کے قلموں کی کثافتِ اضافی ماسکونی ترازو سے۔

اس تجربے کے لئے پانی کے بجائے کوئی ایسا مائع استعمال کیا جائے جس میں کہ یہ قلمیں حل نہ ہوتی ہوں اور تجربہ ۲۲ کی طرح اس مائع کی اضافت سے قلموں کی کثافت دریافت کرلو پھر تجربہ ۲۴ کی طرح مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرکے اول الذکر نتیجے کو اس سے ضرب دے دو

جسم کا وزن ہوا میں = $و_1$ = ... گرام

جسم کا وزن مائع میں = $و_2$ = ... گرام

جسم کی کثافت مائع کی اضافت سے = $\frac{و_1}{و_1 - و_2}$ = $\frac{\cdots\cdots}{\cdots\cdots}$ = ...

کسی دوسرے ٹھوس جسم کا وزن ہوا میں = $و'_1$ = ... گرام

〃 〃 〃 〃 پانی میں = $و'_2$ = ... گرام

〃 〃 〃 〃 مائع میں = $و'_3$ = ... گرام

∴ مائع کی کثافتِ اضافی = $\frac{و'_1 - و'_3}{و'_1 - و'_2}$ = $\frac{\cdots\cdots}{\cdots\cdots}$ = ...

لہذا قلموں کی کثافتِ اضافی = ... × ....

= ....

تجربہ ۲۶۔ ماسکوئی ترازو اور خردہ پیما کے ذریعے سے دی ہوئی تار کی الجھن کا طول معلوم کرنا:۔

اس تجربے کے لئے پہلے خردہ پیما کی مدد سے تار کا نصف قطر ص معلوم کر لیا جائے، اور پھر اس کی تراش عمودی کا رقبہ دریافت کر لیا جائے۔ بعد ازآں تار کا نقصانِ وزن پانی میں معلوم کرکے اس کا حجم معلوم کر لیا جائے، اور حجم کو تراشِ عمودی کے رقبہ سے تقسیم کر دیا جائے۔ حاصلِ تقسیم تار کا طول ہوگا۔

تار کا نصف قطر = ص = ... سمر
= .... سمر
= .... سمر
} .... سمر

تار کا وزن ہوا میں = و۱ = ... گرام

تار کا وزن پانی میں = و۲ = ... گرام

تار کا حجم = و۱ - و۲ = ... مکعب سمر

∴ تار کا طول = $\frac{و_1 - و_2}{\pi ص^2}$ = ... = ... سمر

تجربہ ۲۷۔ ماسکوئی ترازو اور سرل چاپ کی مدد سے دئے ہوئے پیسے کی موٹائی معلوم کرنا:۔

سرل چاپ کی مدد سے پیسے کا نصف قطر ص دریافت کر لیا جائے اور پھر پانی میں اس کا نقصانِ وزن دریافت کرکے اسے π ص۲ سے تقسیم کر دیا جائے۔ حاصلِ تقسیم پیسے کی موٹائی ہوگی۔

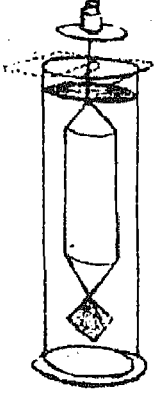
پیسے کا نصف قطر = ص = ... سمر
= .... سمر
= .... سمر
} .... سمر

پیسے کا وزن ہوا میں = و۱ = ... گرام

پیسے کا وزن پانی میں = و۲ = ... گرام

پیسے کا حجم = و۱ - و۲ = ... مکعب سمر

∴ پیسے کی موٹائی = $\frac{و_1 - و_2}{\pi ص^2}$ = ... = ...

نکلسنی مائع پیما

شکل ع۲۳

اس آلہ میں جیساکہ شکل ع۲۳ میں دکھایا گیا ہے دھات کا ایک مجوف برتن ہوتا ہے جس کے اوپر ایک پتلی ڈنڈی کے ذریعے ایک چھوٹا سا پلڑا لگا رہتا ہے اس پلڑے میں باٹ رکھے جاسکتے ہیں، مائع پیما کے نچلے سرے پر ایک چھوٹی وزن دار پیالی ہوتی ہے جس کو اس قدر وزنی بنایا جاتا ہے کہ جب اس مائع پیما کو کسی مائع میں داخل کیا جائے تو وہ انتصابی وضع میں تیرتا رہے، ڈنڈی پر ایک نشان بنا ہوتا ہے، اسی نشان تک اس مائع پیما کو اوزان کے ذریعے مائعات میں ڈوبایا جاتے ہیں۔ آلہ کے استعمال کا طریقہ یہ ہے کہ اسے کسی مائع میں داخل کرکے اوپر کے پلڑے پر اتنے اوزان رکھتے ہیں کہ وہ مائع میں نشانِ معین تک ڈوب جائے، پھر جس جسم کی کثافت معلوم کرنا ہوا سے اوپر کے پلڑے میں رکھ کر یہ دیکھتے ہیں کہ اب مائع پیما کو نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے اوپر کے پلڑے میں کتنے اوزان رکھنے پڑتے ہیں۔ اس طرح جسم کا وزن ہوا میں معلوم کیا جاتا ہے۔ پھر جسم کو مائع پیما کے نچلے پلڑے پر رکھ کر اسی طرح نقصانِ وزن معلوم کر لیا جاتا ہے۔

نکلسنی مائع پیما کے ذریعے جب مائعات کی کثافتِ اضافی دریافت کرنا ہوتی ہے تو پہلے خود مائع پیما کا وزن معلوم کر لیا جاتا ہے اور اس کے بعد اسے مائع اور پانی میں ڈبوکر یہ دیکھا جاتا ہے کہ نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے علی الترتیب کس قدر اوزان درکار ہیں۔

تجربہ ع۲۸ نکلسنی مائع پیما کے ذریعے دئیے ہوئے ٹھوس جسم کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا:-

پانی میں مائع پیما کو نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے درکار اوزان = $و_۱$ = ... گرام

اوپر کے پلڑے میں جسم کی موجودگی میں نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے درکار اوزان = $و_۲$ = ... گرام

نیچے کے پلڑے میں جسم کی موجودگی میں نشانِ معین تک ڈبونے کے لئے درکار اوزان = $و_۳$ = ... گرام

∴ جسم کا وزن ہوا میں = $و_۱ - و_۲$ = ... گرام

جسم کا نقصانِ وزن پانی میں = $و_۳ - و_۲$ = ... گرام

∴ جسم کی کثافتِ اضافی = $\frac{و_۱ - و_۲}{و_۳ - و_۲}$ = $\frac{..........}{..........}$ = ...

تجربہ ۲۹ نکلسنی مائع پیما کے ذریعے دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا۔

مائع پیما کا وزن = $و_1$ = ... گرام

مائع پیما کو مائع میں نشان معین تک ڈبونے کے لئے درکار وزن = $و_2$ = ... گرام

∴ نشانِ معین تک مائع پیما کے مساوی الحجم مائع کا وزن = $و_1 + و_2$ = ... گرام

مائع پیما کو نشانِ معین تک پانی میں ڈوبانے کے لئے درکار وزن = $و_3$ = ... گرام

∴ نشانِ معین تک مائع پیما کے مساوی الحجم پانی کا وزن = $و_1 + و_3$ = ... گرام

لہٰذا مائع کی کثافتِ اضافی = $\frac{و_1 + و_2}{و_1 + و_3}$ = ... = ...

مائعات کی اضافی کثافتوں کا مقابلہ

اگر سطحی تناؤ کے باعث پیدا ہونے والے اثرات کو نظر انداز کر دیا جائے تو مائع کے کسی استوانے کے باعث جو دباؤ عمل کرتا ہے وہ کلیتہً مائع کے استوانے کی انتصابی بلندی اور کثافت پر منحصر ہوتا ہے

مان لو کہ مائع کی بلندی ب اور کثافت ث ہے تو دباؤ = ب ث ج (جہاں ج = اسراع بہ وجہ جاذبہ زمین) لہٰذا اگر دو مختلف مائعات کے استوانے مساوی دباؤ ڈالیں اور ان کی بلندیاں $ب_1$ اور $ب_2$ ہوں تو

$$ب_1 ث_1 = ب_2 ث_2 \quad یا \quad \frac{ث_1}{ث_2} = \frac{ب_2}{ب_1}$$

ان مائعات میں سے اگر ایک پانی ہو تو دوسرے کی کثافتِ اضافی معلوم ہو جاتی ہے۔

تجربہ ۳۰ لا نما نلی سے مائع کی کثافت اضافی معلوم کرنا۔

لا نما نلی شکل ۲۴ ایک خم دار نلی ہوتی ہے جس کی دونوں شاخیں ایک دوسرے کی متوازی ہوتی ہیں اور ان شاخوں کی عمودی تراش ہر جگہ یکساں ہوتی ہے۔ یہ نلی ایک انتصابی سمت کے متوازی تختے کے ساتھ لگا دی جاتی ہے اور پہلے اس میں اس قدر صاف پارہ ڈالا جاتا ہے کہ دونوں شاخوں میں پارے کے استوانے کی بلندی نلی کے قاعدے سے تقریباً دو دو انچ ہو جائے۔ پارے کی دونوں آزاد سطحوں پر چونکہ بار ہوائی عمل پیرا ہے اس لیے دونوں شاخوں میں پارے کے استوانے کی بلندیوں میں کچھ فرق نہ ہوگا۔ اب کسی ایک شاخ میں مائع کی ایک مناسب مقدار ڈالو اور دوسری شاخ میں اس قدر پانی ڈالو کہ دونوں شاخوں میں پارے کی سطحیں پھر ایک خط میں آجائیں۔ اس صورت میں چونکہ مائع اور پانی کے استوانے مساوی دباؤ ڈال رہے ہوں گے اس لئے

شکل ۲۴

مائع کی کثافتِ اضافی = $\frac{\text{پانی کے استوانے کی بلندی}}{\text{مائع کے استوانے کی بلندی}}$

مشاہدہ نمبر	پانی کے استوانے کی بلندی $ب_۱$	مائع کے استوانے کی بلندی $ب_۲$	مائع کی کثافتِ اضافی = $\frac{ب_۱}{ب_۲}$
۱			
۲			
۳			
۴			

شکل نمبر ۲۵

تجربہ نمبر ۱۳۔ ہیر کے آلہ سے کسی مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرنا۔

اِس آلہ میں جیسا کہ شکل نمبر ۲۵ سے ظاہر ہے لا نما نلی الٹی رکھی جاتی ہے اور نلی کا ایک کھلا سرا پانی میں اور دوسرا مائع میں رکھا جاتا ہے نلی کے درمیانی خمیدہ حصے میں ایک اور نلی لگی رہتی ہے جس کے ذریعے لا نما نلی سے ہوا خارج کی جا سکتی ہے۔ نلی سے جب ہوا خارج کی جائے گی تو نلی کی دونوں شاخوں میں مائعات اوپر کی طرف چڑھیں گے اِس طرح قایم ہونے والے استوانوں کی بلندیاں $ب_۱$ اور $ب_۲$ ناپ کر

تجربہ نمبر ۱۲ کی طرح مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کی جاتی ہے مائعات کی بلندیوں کی پیمایش نلی کے باہر کی آزاد سطحوں سے ہونا چاہیئے، نلیوں کے اندر عمل کرنے والا دباؤ اس تجربے کی صورت میں بار ہوائی سے کم ہوگا۔

مشاہدہ نمبر	پانی کے استوانے کی بلندی $ب_۱$	مائع کے استوانے کی بلندی $ب_۲$	مائع کی کثافتِ اضافی = $\frac{ب_۱}{ب_۲}$
۱			
۲			
۳			
۴			

فرک یا رگڑ

جب ایک جسم کسی دوسرے جسم پر پھلستا ہے یا پھسلنے کا منتقاضی ہوتا ہے تو ایسی قوتیں رونما ہو جاتی ہیں جو ان اجسام کی سطحِ انفصال پر حرکت کی مخالف سمت میں عمل کرتی ہیں۔ تجربات سے یہ امر واضح ہوتا ہے کہ دو سطحوں کے مابین رگڑ کی قیمت ایک خاص قیمت سے کبھی زاید نہیں ہوتی۔ قوت فرک کی اس انتہائی قیمت کو انتہائی رگڑ کہتے ہیں۔ اگر سطحِ انفصال کے متوازی لگائی ہوئی قوت تدریجی طور پر بڑھائی جائے تو ابتداً رگڑ کی قوت بھی اس کے ساتھ ساتھ بڑھتی ہے اور ہمیشہ اس کے مساوی اور متضاد ہوتی ہے۔ لیکن جب رگڑ کی انتہا آجاتی ہے تو بالآخر قوتِ عاملہ رگڑ پر غالب آجاتی ہے اور قوتِ عاملہ کی سمت میں حرکت شروع ہو جاتی ہے۔

جس قوت کے باعث اجسام ایک دوسرے سے ملے رہتے ہیں اور جو سطحِ انفصال پر عمود وار عمل کرتی ہے اسے عمودی تعامل کہتے ہیں۔

دو سطحوں کے مابین قدرِ فرک یا رگڑ کے مکرر سے وہ نسبت مراد ہے جو انتہائی رگڑ اور عمودی تعامل کے مابین پائی جائے۔ اگر انتہائی رگڑ کی قیمت ف اور عمودی تعامل ع ہو تو، قدرِ فرک = $\frac{\text{ف}}{\text{ع}}$

ایک مرتبہ حرکت شروع ہو جانے کے بعد اسے جاری رکھنے کے لئے اس قدر قوت کی ضرورت نہیں ہوتی جس قدر کہ حرکت کی ابتدا ہونے کے لئے ضروری ہے۔ یعنے سکونی رگڑ کی انتہا حرکی رگڑ کی انتہا سے زاید ہوتی ہے۔

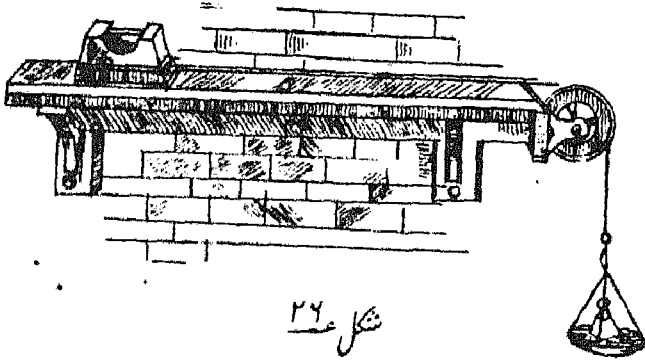
جب کوئی جسم سطحِ مائل پر ساکن رکھا جاتا ہے اور سطح اور اُفق کا درمیانی زاویہ طہ آہستہ آہستہ بڑھایا جاتا ہے تو ایک ایسا موقع ضرور آتا ہے جس پر کہ جسم سطح کے نیچے کی طرف عین پھلسنے کے موقع پر آجائے، اس صورت میں رگڑ کی قیمت اپنی انتہائی قیمت اختیار کر لیتی ہے۔ اگر اسے ف کہا جائے تو ہم سطحِ مائل کے ضمن میں بتا چکے ہیں کہ،

ف = و جب طہ (جہاں و سے مراد جسم کا وزن ہے)

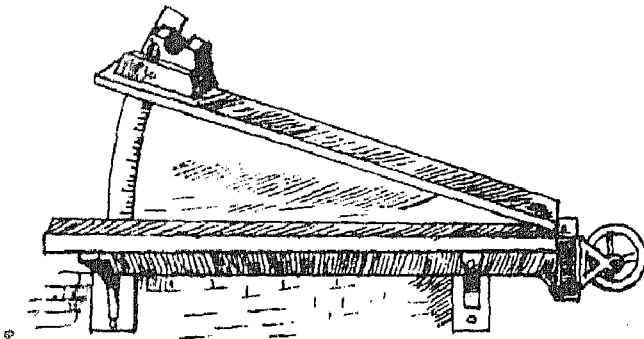
ع = و جم طہ

$\therefore$ $\frac{\text{ف}}{\text{ع}} = \frac{\text{جب طہ}}{\text{جم طہ}} =$ مس طہ = قدرِ فرک یا رگڑ کا مکرر۔

یعنے قدرِ فرک کی تخمین ایک تو زاویہ فرک طہ معلوم کر کے اس کے مماس کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔ اور دوسرے ف اور ع کی قیمتیں معلوم کر کے ان کی باہمی نسبت سے ہو سکتی ہے۔

تجربہ ۳۲ - افقی میز پر ایک کندہ کو حرکت دے کر قدرِ فرک کی قیمت معلوم کرنا

شکل ۲۶

کندہ کو شکل ۲۶ کی طرح افقی میز پر رکھ کر اس پر ایک معلوم وزن کا باٹ رکھ دو، یہ باٹ دبانے والی قوت کا کام دے گا۔ اس کے بعد کندہ میں لگے ہوئے ہک سے ایک ڈوری باندھ کر اسے چرخی پر سے گزارو، اور ڈوری کے دوسرے سرے سے ایک پلڑا باندھ دو۔ پلڑے میں اس قدر اوزان رکھو کہ کندہ میں حرکت کرنے کی حالت میں آجائے۔ عمودی تعامل کی قیمت کندہ پر رکھے ہوئے باٹ کے وزن میں خود کندہ کا وزن جمع کر کے معلوم کر لو، اور کندہ کو متحرک کرنے والی قوت ق پلڑے میں رکھے ہوئے اوزان میں پلڑے کا وزن جمع کر کے معلوم کر لو، اور پھر $\frac{ق}{ع}$ سے قدرِ فرک کی قیمت دریافت کر لو۔ کندہ پر مختلف باٹ رکھ کر تجربے کو دہراؤ۔

نمبر مشاہدہ	کندہ کو متحرک کرنے والی قوت ق	عمودی تعامل ع	$\frac{ق}{ع}$ = قدر فرک
۱			
۲			
۳			

شکل ۲۷

کندہ کو سطح مائل شکل ۲۷ پر رکھو اور سطح مذکور کا میلان بالتدریج بڑھاؤ، حتیٰ کہ کندہ میں پھسلنے کے موقع پر آجائے، کندہ پر مختلف باٹ رکھ کر تجربۂ بالا کو دہراؤ۔ زاویۂ میلان طہ کے مماس سے قدرِ فرک کی قیمت معلوم کر لو۔

زاویۂ میلان = طہ = (۱) ....

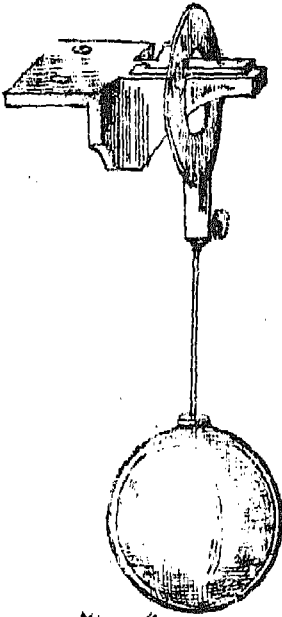
= (۲) ....

= (۳) ....

(پیمائش کے ذریعے) $\frac{عمود}{قاعدہ}$ = ... = مس طہ .... (جدول کی مدد سے) = قدرِ فرک

سادہ رقاص

سادہ رقاص مادے کا ایک وزنی ذرہ ہے جو بالکل استوار نقطۂ تعلیق سے ایک بے وزن بے لچک دار اور ناقابلِ وسعت ڈوری کے ذریعے آویزاں ہو، ان شرائط کا حقیقتاً پورا ہونا ناممکن ہے لیکن ایک دھاتی کرہ اگر ایک باریک تار سے باندھ کر آویزاں کر دیا جائے تو سادہ رقاص کی ایک تقریبی صورت پیدا ہو جائے گی۔ شکل عـ۲۸ میں اسی قسم کے رقاص کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ اس میں ایک تار ایک دھاتی حلقے کے ذریعے آویزاں ہوتا ہے، تار کے دوسرے سرے سے ایک ایسا وزنی دھاتی کرہ متعلق ہوتا ہے جس کے مرکزِ جاذبہ کو مرکزِ ہندسی پر منطبق تصوّر کیا جا سکتا ہے۔ حلقے کے ساتھ ایک دھاردار دھاتی تختی ہوتی ہے جو رقاص کے نقطۂ تعلیق میں سے گزرتی ہے اسی دھاردار تختی کی دھار سے گولہ یا شاقول کے مرکزِ ہندسی تک کا فاصلہ رقاص کا طول ل ہوتا ہے۔

شکل عـ۲۸

جب رقاص اہتزاز کر رہا ہو اور اپنے مقامِ ابتدائی سے حرکت شروع کر کے کسی ایک جانب انتہائی بلندی پر پہنچ کر لوٹے اور اپنے ابتدائی مقامِ سکون سے گزر کر دوسری طرف انتہائی بلندی تک جا کر واپس ہو اور پھر اپنے ابتدائی مقامِ سکون پر آئے تو اتنے چکر کو رقاص کا ایک کامل اہتزاز کہتے ہیں۔

ایک اہتزازِ کامل میں جو وقت صرف ہوتا ہے اس کا نام رقاص کا وقت دوران ہے۔ رقاص اپنے مقامِ سکون سے کسی ایک جانب جو فصل طے کرتا ہے اسے رقاص کا حیطۂ ارتعاش کہتے ہیں۔ رقاص کے طول سے مراد نقطۂ تعلیق اور نقطۂ اہتزاز کا درمیانی فصل ہے۔ اسے عملاً تختی کے دھار وار کنارے اور گولے کے مرکزِ ہندسی کا درمیانی فصل تصوّر کیا جاتا ہے۔

جس طول کے رقاص کے ایک کامل اہتزاز میں ۲ ثانئے صرف ہوں اسے ثانیہ کا رقاص کہتے ہیں اور اس کے طول کو ثانیہ کے رقاص کا طول کہتے ہیں۔

ربع ثانیات رقاص سے وہ رقاص مراد ہے جس کے ایک کامل اہتزاز کے لئے ½ ثانیہ درکار ہو اگر زاویۂ اہتزاز قلیل ہو تو

سادہ رقاص کی حرکت، سادہ موسیقی حرکت ہوتی ہے اور اس صورت میں $و = ۲\pi\sqrt{\frac{ل}{ج}}$ جہاں و سے مراد وقتِ دوران، ل سے مراد طول رقاص اور ج سے مراد اسراع بہ وجہ جاذبہ زمین کی قیمت۔

رقاص کے طول کی تخمین ایک چوبی پیمانے اور سرل چاپ کی مدد سے کی جاتی ہے چوبی پیمانے سے دھار دار تختی کے کنارے سے شاقول تک تار کا طول ناپ لیا جاتا ہے، اور سرل چاپ کی مدد سے شاقول کا نصف قطر ناپ کر اسے مذکورۂ بالا طول میں جمع کر دیا جاتا ہے۔

رقاص کا وقتِ دوران معلوم کرنے کے لئے گولے کو داہنے یا بائیں جانب احتیاط سے تھوڑا سا ہٹا کر چھوڑ دو تاکہ وہ اپنی وضع تعادل کے گرد اہتزاز کرنے لگے لیکن اس امر کا خیال رکھنا چاہیئے کہ زاویۂ اہتزاز صغیر رہے۔ جب رقاص اپنے مقامِ سکون سے کسی خاص جانب جا رہا ہو تو چل رکنی گھڑی چلا دو۔ ۲۰ کامل اہتزازوں کا وقت معلوم کرکے اُسے ۲۰ سے تقسیم کر دو اس طرح وقتِ دوران کی قیمت معلوم ہو جائے گی۔ اسی طرح رقاص کے ہر طول کے لئے وقتِ دوران کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

تجربہ ۳۳ سادہ رقاص کے ذریعے اسراع بہ وجہ جاذبۂ زمین ج کی قیمت معلوم کرنا۔
اور رقاص کے وقتِ دوران کے مربع اور طول میں تعلق بتانے والی ترسیم بنانا ترسیم سے ثانیہ کے رقاص کا طول اور ۱۵۰ سمر کے رقاص کا وقتِ دوران معلوم کرنا۔

	تار کا طول	شاقول کا نصف قطر	رقاص کا طول	۲۰ کامل اہتزازوں کا وقت	وقتِ دوران و	$و^2$	$ج = \frac{۴\pi^2 ل}{و^2}$
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							

ثانئے کے رقاص کا طول = ... سمر

۱۵۰ سمر طول کے رقاص کا وقتِ دوران = ... ثانئے

تپش پیمائی

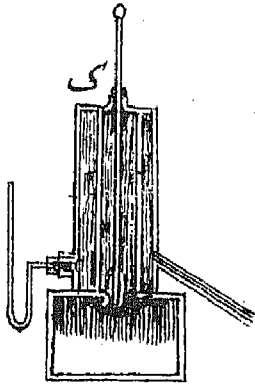
تپش کے پیمانے کی تعین کے لئے دو ثابت نقطے ضروری ہیں ۔
خالص کشید کئے ہوئے پانی سے بنی ہوئی یخ کی اماعت کی تپش سے زیریں ثابت نقطہ کی تعین ہوتی ہے اور بالائی ثابت نقطہ کا تعین اُس تپش سے ہوتا ہے جس پر کہ بھاپ طبعی دباؤ کے تحت اُبلتے ہوئے پانی سے نکل رہی ہو ۔ ۷۶ ممر دباؤ کے قریب بالائی ثابت نقطہ یا پانی کے نقطۂ جوش میں ۲۶ء۸ ممر دباؤ کی زیادتی سے اُ درجہ کا اضافہ ہوتا ہے ۔

تجربہ ۴۳ ۔ تپش پیما کے ثابت نقطوں کی جانچ ۔

(۱) زیریں ثابت نقطہ یا پانی کے نقطۂ انجماد کی تعین ۔
ایک قیف کو انتصابی وضع میں قایم کرکے اُس میں ٹکڑے کی ہوئی یخ ڈال دی جاتی ہے اور تپش پیما کو یخ میں اس طرح رکھا جاتا ہے کہ جو نہ قیف کے وسط میں رہے اور تپش پیما کا صفری نقطہ یخ سے عین اوپر رہے اس صورت میں پارے کے ڈورے کا مستقل مقام جہاں ہو اس کا مشاہدہ کرلیا جاتا ہے ۔ یہ مقام صفر کے نقطہ سے جس قدر اوپر یا نیچے ہوگا اسی قدر خطا کی قیمت ہوگی ۔ اگر ڈورا صفر سے اوپر ہو تو خطا مثبت ہوگی ورنہ منفی ۔

تپش پیما کا زیریں ثابت نقطہ یا پانی کا نقطۂ انجماد = ... درجۂ مئی ؛ خطا = ...

(۲) تپش پیما کے بالائی نقطہ یا پانی کے نقطۂ جوش کی تعین ۔
تپش پیما کو ارتفاع پیما شکل ۲۹ میں اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کا بالائی نقطہ ثابت کاگ ک سے کسی قدر اوپر رہتا ہے اور اُس کا جوفہ ارتفاع پیما کے اندر پانی کی آزاد سطح سے اوپر رہتا ہے ۔ تقریباً دس دقیقے تک اس تپش پیما کو ارتفاع پیما کے اندر کے جوش کھاتے ہوئے پانی سے نکلتی ہوئی بھاپ میں رکھا جاتا ہے اور اس امر کا اہتمام رکھا جاتا ہے کہ آلہ کے اندر دباؤ بار ہوائی سے زاید نہ ہونے پائے ۔ یہ دیکھ لیا جاتا ہے کہ اس صورت میں پارے کا ڈورا تپش پیما کے کس مقام پر مستقلاً رکا رہتا ہے ۔

ک

شکل ۲۹

بالائی نقطۂ ثابت یا پانی کا نقطۂ جوش = ... درجۂ مئی

بار پیما پڑھ کر بار ہوائی کی قیمت معلوم کرلی جاتی ہے اور مشہودہ بار ہوائی پر نقطۂ جوش کی قیمت معلوم کرلی جاتی ہے ۔

مشہودہ بار ہوائی پر نقطۂ جوش = ... درجۂ مئی ؛ خطا = ...

تپش پیما کے درجوں کو فصلے اور خطاؤں کو معین مان کر ایک ترسیم بنالو کسی تپش کی قیمت معلوم کرنے کے لئے ترسیم سے حاصل ہونے والی تصحیح تپش میں جبری طور پر جمع کرلی جائے ۔

نقطۂ اماعت

جس تپش پر کوئی ٹھوس مائع کی شکل اختیار کرے یا مائع ٹھوس میں تبدیل ہو اُسے اُس شئے کا نقطۂ اماعت یا نقطۂ انجماد کہتے ہیں۔

تجربہ ۳۵۔ پیرا فینی موم کے نقطۂ اماعت کی تعین:۔

موم کی تھوڑی سی مقدار کو مناسب برتن میں گرم کرکے مائع بنالیا جاتا ہے اور ایک دونوں طرف سے کھلی شعری نلی کا ایک سرا اس مائع میں ڈبو دیا جاتا ہے۔ اس طرح شعری عمل سے نلی میں مائع کی تھوڑی سی مقدار چڑھ جاتی ہے۔ اس کے بعد نلی کو باہر نکال کر اُس کا وہ سرا بند کر دیا جاتا ہے جس کے قریب کہ موم اُس میں موجود ہے۔ اس نلی کو ایک تپش پیما کے ساتھ باریک تاگے کے ذریعے باندھ کر نلی اور تپش پیما دونوں کو پن جنتر میں رکھ کر گرم کیا جاتا ہے جس وقت کہ شعری نلی میں گرم موم پگھلنا شروع ہوتا ہے عین اُس وقت تپش دیکھ لی جاتی ہے، اور پن جنتر کو سرد ہونے کا موقع دے کر اُس وقت پھر تپش پیما دیکھ لیا جاتا ہے جب کہ موم شعری نلی میں منجمد ہونا شروع ہو جائے۔ ان دونوں تپشوں کا اوسط موم کا نقطۂ اماعت ہوگا۔

تپش جب نلی میں موم پگھلنا شروع ہوا = ... درجۂ مئی
تپش جب نلی میں موم منجمد ہونا شروع ہوا = ... درجۂ مئی
∴ نقطۂ اماعت = ... درجۂ مئی

تجربہ ۳۶۔ موم کے نقطۂ اماعت کی تعین تبرید کی منحنی کے ذریعے:۔

موم کو کسی مناسب برتن میں رکھ کر پن جنتر کے ذریعے اس قدر گرم کیا جاتا ہے کہ سارا موم پگھل جائے اور پگھلے ہوئے موم کی تپش ۷۰ یا ۸۰ درجہ مئی کے قریب قریب ہو جائے۔ اب اس برتن کو ایک دوسرے برتن میں آویزاں کرکے ہر نصف دقیقے کے وقفے سے تپش کے مفروضے لئے جاتے ہیں۔ وقت کو فصلے اور تپشوں کو معین مان کر ترسیم بنائی جاتی ہے۔ اس ترسیم کے ذریعے شئے کا نقطۂ اماعت۔ وہ تپش دیکھ کر معلوم کیا جاتا ہے جس پر کہ ترسیم پہلی مرتبہ افق کے متوازی ہوتی ہے۔ مفروضے اُس وقت تک لئے جاتے ہیں جب تک کہ مائع ٹھوس نہ بن جائے۔

وقت	تپش	وقت	تپش	وقت	تپش	وقت	تپش
صفر		۲۱۰ ثانئے					
۳۰ ثانئے		۲۴۰ //		۴۲۰ ثانئے		۶۰۰ ثانئے	
۶۰ //		۲۷۰ //		۴۵۰ //		۶۳۰ //	
۹۰ //		۳۰۰ //		۴۸۰ //		۶۶۰ //	
۱۲۰ //		۳۳۰ //		۵۱۰ //		۶۹۰ //	
۱۵۰ //		۳۶۰ //		۵۴۰ //		۷۲۰ //	
۱۸۰ //		۳۹۰ //		۵۷۰ //		۷۵۰ //	

نقطۂ جوش

جس تپش پر کوئی مائع بخار کی شکل اختیار کرے، یا بخار مائع میں تبدیل ہو اُسے اُس شئے کا نقطۂ جوش کہتے ہیں۔

تجربہ ۳۷ ۔ دئے ہوئے مائع کے نقطۂ جوش کی دریافت:۔

مائع کو ایسی امتحانی نلی میں رکھا جاتا ہے جس کے منھ پر دو سوراخ والا کاگ لگا رہتا ہے۔ ایک سوراخ میں سے تپش پیما گزرتا ہے اور دوسرے میں سے دونوں طرف سے کھلی ہوئی ایک شیشے کی نلی داخل کی جاتی ہے تاکہ اس کے ذریعے مائع کے بخارات آسانی کے ساتھ باہر نکلتے رہیں۔ اس کل انتظام کو کسی مناسب جنتر میں رکھ کر احتیاط سے گرم کیا جاتا ہے اور جب اُبلنے کا عمل شروع ہو جاتا ہے تو وہ تپش دیکھ لی جاتی ہے جو چند دقیقوں تک مستقل رہتی ہے۔ اگر مائع خالص ہو تو تپش پیما کو اس طرح رکھا جاتا ہے کہ وہ مائع سے آزاد ہونے والے بخارات سے گھرا ہوا رہے مگر مائع کے اندر ڈوبا ہوا نہ ہو۔ اور اگر مائع محلول ہو تو نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لئے تپش پیما کے جوفہ کو مائع کے اندر رکھا جاتا ہے۔

دئے ہوئے مائع کا نقطۂ جوش = ... درجۂ مئی

تجربہ ۳۸ ۔ دئے ہوئے مائع کے نقطۂ جوش کی تخمین بخاری دباؤ کی مدد سے۔

جب کوئی مائع جوش کھا رہا ہوتا ہے تو اُس کے بخارات کا دباؤ بار ہوائی کے مساوی ہوتا ہے۔

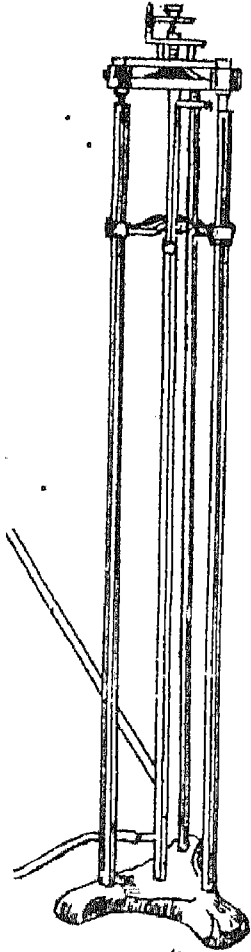
اس تجربے کے لئے ایک ایسی ل نما نلی درکار ہے جس کی بڑی ساق کا طول ایک فٹ ہو اور بڑی ساق کا بالائی سرا کھلا ہو، اور چھوٹی ساق کا بالائی سرا بند ہو۔ پہلے اس نلی میں صاف پارہ داخل کیا جاتا ہے اور پارے کے بعد وہ مائع داخل کیا جاتا ہے جس کا نقطۂ جوش دریافت کرنا ہے۔ بڑی ساق کے کھلے سرے کو انگوٹھے سے بند کرکے نلی کو اوندھایا جاتا ہے تاکہ مائع چھوٹی ساق میں چلا جائے۔ اہتمام اس امر کا رکھا جاتا ہے کہ چھوٹی ساق میں مطلق ہوا نہ رہنے پائے اور چھوٹی ساق میں پارے کے اسطوانے کی بلندی بڑی ساق میں پارے کے اسطوانے کی بلندی سے زیادہ رہے۔ اس نلی کو مناسب جنتر میں رکھ کر احتیاط کے ساتھ گرم کیا جاتا ہے۔ جنتر میں ایک تپش پیما بھی آویزاں رکھا جاتا ہے۔ گرم کرنے کا عمل اُس وقت تک جاری رکھا جاتا ہے جب تک کہ دونوں ساقوں میں پارے کے اسطوانوں کی بلندیاں مساوی نہ ہو جائیں۔ جیسے ہی کہ بلندیاں مساوی ہوتی ہیں تپش پڑھ لی جاتی ہے۔ اس کے بعد جنتر کو سرد ہونے کا موقع دے کر یہ دیکھا جاتا ہے کہ پھر کب دونوں ساقوں میں پارے کی بلندیاں مساوی ہوتی ہیں۔ اُس وقت بھی تپش پڑھ لی جاتی ہے۔ ان دونوں تپشوں کا اوسط نقطۂ جوش کی قیمت ہوگی۔

نقطۂ جوش = $\frac{1}{2}$ (............ + ...) = ... درجۂ مئی

طولی پھیلاؤ کی شرح

کسی سلاخ کے اکائی طول میں اُمئی کے اضافے سے جو اضافہ ہوتا ہے اُسے اس سلاخ کے طولی پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں، اگر کسی سلاخ کا طول $ت_۱$ درجہ پر $ل_۱$ اور $ت_۲$ درجہ پر $ل_۲$ ہو تو اُس کے طولی پھیلاؤ کی شرح

$$ط = \frac{ل_۲ - ل_۱}{ل_۱ (ت_۲ - ت_۱)}$$

یعنے طولی پھیلاؤ کی شرح = $\frac{\text{اضافہ طول}}{\text{ابتدائی طول} \times \text{فرق تپش یا اضافہ تپش}}$

تجربہ ۳۹۔ دی ہوئی سلاخ کے طولی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنا:—

اس تجربے کے لیے شکل نمبر ۳۰ کی طرح کا آلہ بخوبی کام دے سکتا ہے۔ سلاخ کا ابتدائی طول معلوم کر لیا جاتا ہے اور تپش پیما کے ذریعے ابتدائی تپش بھی پڑھ لی جاتی ہے بعد ازاں کرویت پیما کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ اُس کے وسطی متحرک پایہ کا سرا سلاخ کے آزاد سرے کے ساتھ عین تماس کی حالت میں آجائے اس صورت میں کرویت پیما کا مقروءہ حاصل کر لیا جاتا ہے اس کے بعد کرویت پیما کو کئی چکر اُلٹی طرف گھما دیا جاتا ہے، تاکہ سلاخ کا آزاد سرا جب پھیلے تو کرویت پیما کے باعث اس کے پھیلنے میں کوئی رکاوٹ نہ پیدا ہو۔ جوشارہ سے بھاپ کی رو گزار کر سلاخ کو گرم کیا جاتا ہے اور جب سلاخ کی تپش مستقل ہو جاتی ہے تو تپش پیما کا مقروءہ لے کر کرویت پیما کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ اس حالت میں پھر اس کے متحرک پائے کا سرا سلاخ کے آزاد سرے کے ساتھ عین تماس کی حالت میں آجائے اور کرویت پیما کا دوسرا مقروءہ حاصل کر لیا جاتا ہے۔ کرویت پیما کے دونوں مقروؤں کا فرق اضافہ طول ہوگا اور تپش پیما کے دونوں مقروؤں کا فرق اضافہ تپش۔

شکل نمبر ۳۰

سلاخ کا ابتدائی طول = ... سمر

کرویت پیما کا ابتدائی مقروءہ = ... سمر
= .... سمر
= .... سمر
} = ... سمر

کرویت پیما کا دوسرا مقروءہ = ... سمر
= .... سمر
= .... سمر
} = ... سمر

فرق = ... سمر

تپش پیما کا ابتدائی مقروءہ = ... درجہ مئی۔ تپش پیما کا دوسرا مقروءہ = ... درجہ مئی۔ فرق = ... درجہ مئی

طولی پھیلاؤ کی شرح = $\frac{\text{.........}}{\text{.........}}$ = ...

مائع کا حجمی پھیلاؤ

کسی مائع کے اکائی حجم میں فی درجۂ مئی جو اضافہ ہوتا ہے اُسے اس مائع کے حجمی پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔

اگر کسی مائع کا حجم تپش ت_1 پر ح_1 اور تپش ت_2 پر ح_2 ہو تو

$$\text{حجمی پھیلاؤ کی شرح } \text{ہ} = \frac{\text{ح}_2 - \text{ح}_1}{\text{ح}_1 (\text{ت}_2 - \text{ت}_1)}$$

اگر اس مائع کی کثافتیں مذکورۂ بالا تپشوں پر علی الترتیب ث_1 اور ث_2 ہیں تو

$$\text{ہ} = \frac{\text{ث}_1 - \text{ث}_2}{\text{ث}_2 (\text{ت}_2 - \text{ت}_1)}$$

کثافتِ اضافی کی بوتل کی مدد سے کسی مائع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح بخوبی دریافت کی جا سکتی ہے، اس صورت میں بوتل کے پھیلاؤ کو نظر انداز کیا جاتا ہے۔ یعنے بوتل کے حجم کو مستقل تصور کیا جاتا ہے اگر بوتل کا حجم ح ہو اور خالی بوتل کا وزن و، تپش ت_1 پر مائع سے بھری ہوئی بوتل کا وزن و_1 اور تپش ت_2 پر مائع سے بھری ہوئی بوتل کا وزن و_2 ہو تو

$$\text{ث}_1 = \frac{\text{و}_1 - \text{و}}{\text{ح}} ، \quad \text{ث}_2 = \frac{\text{و}_2 - \text{و}}{\text{ح}}$$

$$\text{ہ} = \frac{\text{و}_1 - \text{و}_2}{(\text{و}_2 - \text{و})(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)}$$

$$= \frac{\text{بوتل سے خارج ہونے والے مائع کا وزن}}{\text{بلند تر تپش پر بوتل میں رہ جانے والے مائع کا وزن} \times \text{اضافہ تپش}}$$

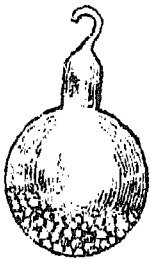
مختلف تپشوں پر کسی مائع میں شیشے کے مغرق شکل ۲۱ کا نقصانِ وزن معلوم کر کے تپش کے لحاظ سے مائع کی کثافت کی تبدیلی معلوم کی جا سکتی ہے، مان لو کہ

شیشے کے جوف کا حجم صفر درجۂ مئی پر ح ہے اور شیشے کے حجمی پھیلاؤ کی شرح ش ہے

تو کسی تپش ت° م پر جوف کا حجم $\text{ح}_\text{ت} = \text{ح} (1 + \text{ش} \text{ت})$

اگر اس تپش پر مائع کی کثافت $\text{ث}_\text{ت}$ ہو تو مائع کے اندر ڈوبے ہوئے مغرق سے ہٹائے ہوئے پانی کا وزن $\text{ح}_\text{ت} \times \text{ث}_\text{ت} = (1 + \text{ش} \text{ت}) \text{ث}_\text{ت} = $ نقصانِ وزن۔

شکل ۲۱

$$\therefore \text{ث}_\text{ت} = \frac{\text{نقصانِ وزن}}{\text{ح} (1 + \text{ش} \text{ت})}$$

ح کی قیمت معلوم کرنے کے لئے ۴° م تپش کے پانی میں مغرق کا نقصانِ وزن معلوم کر لینا کافی ہے۔

تجربہ نمبر ۴۰۔ کثافتِ اضافی کی بوتل سے دیئے ہوئے مائع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنا۔

کثافتِ اضافی کی بوتل کو صاف و خشک کر کے اس کا وزن و۱ معلوم کر لیا جاتا ہے پھر اُسے دیئے ہوئے مائع سے بھر کر وزن و۲ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ مائع کی ابتدائی تپش ت۱ دیکھ لی جاتی ہے، بوتل کو پن جنتر میں اس طرح لٹکا دیا جاتا ہے کہ اُس کی ڈاٹ کا بالائی حصہ جنتر میں کے پانی کی آزاد سطح سے کسی قدر اوپر رہے۔ پن جنتر کے ذریعے بوتل اور اُس کے اندر کے مائع کی تپش کو ت۲ ° م تک بڑھایا جاتا ہے جنتر میں رکھے ہوئے تپش پیما سے ت۲ کی قیمت معلوم کر کے بوتل کو جنتر میں سے نکال لیا جاتا ہے۔ بوتل کو ٹھنڈا ہونے کے بعد پھر تول کر وزن و۳ معلوم کر لیا جاتا ہے۔

خالی بوتل کا وزن، و۱ = ... گرام

بوتل پُر از مائع کا وزن تپش ت۱ پر و۲ = ... گرام تپش ت۱ = ... درجۂ مئی

∴ بوتل پُر از مائع کا وزن تپش ت۲ پر و۳ = ... گرام تپش ت۲ = ... درجۂ مئی

∴ مائع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح = $\frac{\ldots\ldots\ldots}{(\ldots\ldots)(\ldots\ldots)}$ = ...

تجربہ نمبر ۴۱۔ شیشے کے مغرق کے ذریعے مختلف تپشوں پر پانی کی کثافت کا تعین۔

پہلے مغرق کا وزن ہوا میں معلوم کر لیا جاتا ہے، اس کے بعد اس کو برتن کے اندر رکھے ہوئے پانی میں آویزاں کر کے دوبارہ وزن کر کے نقصانِ وزن معلوم کر لیا جاتا ہے۔ پانی کی تپش کو ۷۰° م یا ۸۰° م تک بڑھا کر آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہونے کا موقع دیا جاتا ہے اور مختلف تپشوں پر حسبِ طریقہ مندرجہ بالا مغرق کا نقصانِ وزن معلوم کر لیا جاتا ہے تپش پیما کی مدد سے تپشوں کے مفروضے لئے جاتے ہیں۔

تپش	مغرق کا وزن ہوا میں	مغرق کا وزن پانی میں	نقصانِ وزن	کثافت = نقصانِ وزن / ح (۱ + ۳ ت)	پانی کے پھیلاؤ کی شرح = (ث۱ - ث۲) / ث۲ (ت۲ - ت۱)

پانی کی کثافت کو مختلف تپشوں پر معلوم کرنے کے لئے تپش اور کثافت میں تعلق بتانے والی ترسیم بنائی جائے۔

گیسوں کا پھیلاؤ

جب کسی گیس کی ایک معین کمیت مستقل دباؤ کے تحت اضافۂ تپش کے باعث پھیلتی ہے تو حجم اور تپش کا باہمی رشتۂ مساواتِ ذیل سے ظاہر ہوتا ہے۔

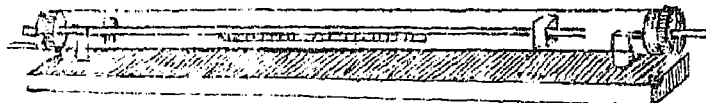
$ح_ت = ح(1 + عہ\,ت)$ جہاں $ح_ت$ سے ت درجۂ تپش پر گیس کا حجم مراد ہے ح سے صفر درجۂ مئی پر کے حجم کی تعبیر ہوتی ہے اور عہ سے مراد گیس کے حجمی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

یہ مساوات کلیۂ شارل سے حاصل ہوتی ہے جس کا یہ دعوے ہے کہ جب گیس کی ایک مقررہ کمیت مستقل دباؤ کے تحت پھیلتی ہے تو تپش کے ہر درجے کے اضافے کے لئے حجم میں صفر درجۂ مئی پر کے حجم کی ایک معین کسر کا اضافہ ہوتا ہے۔

ظاہر ہے کہ اگر تَ درجۂ مئی پر گیس کا حجم $ح_{تَ}$ ہو تو

$$\frac{ح_{تَ}}{ح_{ت}} = \frac{1 + عہ\,تَ}{1 + عہ\,ت}$$ ۔

اگر دو مختلف تپشوں پر حجم معلوم ہوں تو مساوات بالا سے حجمی پھیلاؤ کی شرح معلوم ہو سکتی ہے۔

تجربہ ۴۲۔ مستقل دباؤ پر ہوا کے حجمی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنا۔

اس تجربے کے لئے شکل ۳۲ کی طرح کا آلہ استعمال کیا جاتا ہے تقریباً ایک میٹر لانبی ایک طرف سے بند ایک شعری نلی لے کر اس میں تھوڑا سا پارہ داخل کیا جاتا ہے

شکل ۳۲

اور اس طرح پارے کے ڈورے اور بند سرے کے درمیان ہوا کی ایک معین کمیت مقید کر لی جاتی ہے، یہ مقید ہوا مستقلاً بارِ ہوائی کے تحت رہتی ہے۔ کمرہ کی تپش پر مقید ہوائی استوانے کا طول معلوم کر کے تپش کا مقرودہ لے لیا جاتا ہے، تراشِ عمودی کے رقبہ کو ہموار تصور کر کے ہوائی استوانے کے طول کو حجم کے متناسب مانا جا سکتا ہے اس کے بعد شعری نلی کو ایک بھاپی پیرہن میں رکھا جاتا ہے جو شیشے کی ایک ایسی نلی پر مشتمل ہوتا ہے جس میں سے بھاپ کی رو گزاری جا سکے شعری نلی کے ساتھ ایک تپش پیما بھی باندھ دیا جاتا ہے۔ بھاپ گزارنے سے قبل پارے کے ڈورے کو خردبین کے منظر میں لا کر خردبین کے متقاطع تاروں میں سے انتصابی تار کو اس کے سرے پر منطبق کر کے خردبین کا ابتدائی مقرودہ لے لیا جاتا ہے چند دقیقوں تک بھاپ گزاری جاتی ہے حتےٰ کہ بھاپی پیرہن میں رکھا ہوا تپش پیما

ایک مستقل تپش بتلانے لگے تپش کے مستقل ہو جانے کے بعد تپش کا مقروءہ لے لیا جاتا ہے۔ اور خردبین کو اس قدر حرکت دی جاتی ہے کہ متقاطع تاروں میں سے انتصابی تار پارے کے ڈورے کے اسی سرے پر منطبق ہو جائے جس پر کہ وہ بھاپ گزارنے کے قبل منطبق تھا۔ اور اب پھر خردبین کا دوسرا مقروءہ حاصل کر لیا جاتا ہے۔ خردبین کے دونوں مقروؤں کا فرق مقید ہوا کے حجمی اضافے کے متناسب ہوگا۔

مقید ہوائی اسطوانے کا طول ح = ... سمر

ابتدائی تپش ت = ... درجۂ مئی

خردبین کا ابتدائی مقروءہ = ... سمر، خردبین کا دوسرا مقروءہ = ... سمر

خردبین کے دونوں مقروؤں کا فرق ع = ... سمر

ح = ح + ع = ... + ... = ... سمر

بھاپ کی تپش = ت = ... درجۂ مئی

$$\frac{ح}{ح} = \frac{\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots} = \frac{1 + عہ \times \ldots\ldots}{1 + عہ \times \ldots\ldots}$$

∴ عہ = ...

اگر کسی گیس کی ایک معین کمیت کے حجم کو مستقل رکھ کر اس کی تپش میں اضافہ کیا جائے تو تپش کے ہر درجے کے اضافے کے لئے اس کے دباؤ میں صفر درجۂ مئی پر کے دباؤ کی ایک معین کسر کا اضافہ ہوتا ہے۔ گیس کے دباؤ میں اضافہ مساوات ذیل کے مطابق ہوتا ہے۔

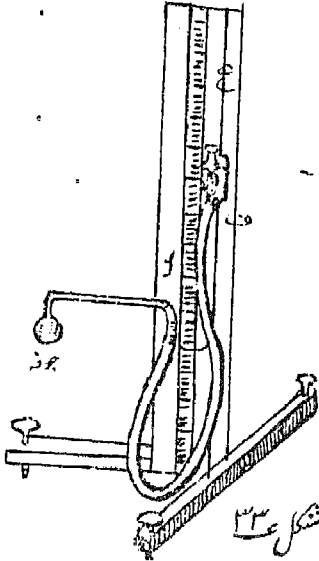
دت = د (۱ + عہ ت) جہاں د سے صفر درجۂ مئی پر کے دباؤ کی تعبیر ہوتی ہے۔

دت سے ت° م پر کا دباؤ، عہ سے دباؤ کی بیشی کی شرح اور ت سے تپش مراد ہے۔ احتیاط کے ساتھ جو تجربات کئے گئے ہیں اُن سے ظاہر ہوتا ہے کہ تمام گیسوں کے حجمی پھیلاؤ کی شرح اور دباؤ کے بیشی کی شرح کی قیمت $\frac{1}{۲۷۳}$ ہے۔

چونکہ –۲۷۳ درجۂ مئی کو صفر مطلق کہتے ہیں۔ لہٰذا ت درجۂ مئی = ۲۷۳ + ت درجۂ مطلق گیسوں کے متعلق شارل اور بائل کے کلیات کے ذریعے یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ

$$\frac{\text{دباؤ} \times \text{حجم}}{\text{تپش مطلق}} = \text{مستقل}$$

مستقل حجم والا ہوائی تپش پیما

شکل ع ۳۳

جب کسی گیس کی ایک معین کمیت کو ایسے برتن میں رکھا جاتا ہے جس کا حجم نہ بدلتا ہو تو تپش کے اضافے کے ساتھ ساتھ گیس کی وجہ سے برتن کی دیواروں پر جو دباؤ پڑتا ہے وہ بھی بڑھتا جاتا ہے۔ گیس کے دباؤ اور تپش کے باہمی تعلق کی دریافت کے لئے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے اسے مستقل حجم والا گیسی تپش پیما کہتے ہیں۔ شکل ع ۳۳ میں اس آلہ کی تصویر دکھائی گئی ہے۔

گیس کو شیشے کے جوفہ میں رکھا جاتا ہے اور جوفہ کو پانی یا تیل جنتر کی مدد سے جس تپش تک چاہیں گرم کیا جا سکتا ہے۔ جوفہ کو باریک سوراخ کی ذو مرتبہ زاویہ قائمہ پر مڑی ہوئی ایک شیشے کی نلی کے ذریعے ایک ربڑ کی نلی سے متعلق کر دیا جاتا ہے۔ ربڑ کی نلی کا دوسرا سرا ایک دونوں طرف سے کھلی ہوئی شیشے کی نلی سے متعلق ہوتا ہے۔ یہ کل انتظام انتصابی وضع میں قایم ہوتا ہے۔ آلہ میں اس قدر پارہ ڈالا جاتا ہے کہ ربڑ کی نلی کے اوپر شیشے کی نلیوں میں پارہ نظر آنے لگے۔ دونوں طرف سے کھلی ہوئی شیشے کی نلی کو انتصابی وضع میں حسب مرضی اونچا نیچا کیا جا سکتا ہے۔

تجربہ ۳۴۔ مستقل حجم والے ہوائی تپش پیما کے ذریعے ہوا کے دباؤ کی بیشی کی شرح معلوم کرنا۔

بار ہوائی کی قیمت بار پیما کے ذریعے معلوم کر کے ہوائی تپش پیما کی دونوں ساقوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق معلوم کر لیا جاتا ہے اس طرح تپش تجربہ پر مقید ہوا جس دباؤ کے زیر اثر ہوتی ہے اس کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے جوفہ کی متعلقہ نلی کے کسی مقام کو نگاہ میں رکھ کر اس امر کا اہتمام رکھا جاتا ہے کہ دباؤ کے ہر مفروضہ سے قبل پارے کے استوانے کو ہمیشہ اس نلی کے اسی مقام پر رکھا جائے تاکہ ہر صورت میں مقید ہوا کا حجم مستقل رہے جوفہ کو پہلے برف میں رکھ کر دباؤ کی قیمت معلوم کی جاتی ہے پھر پن جنتر میں رکھ کر پانی کو اس قدر گرم کیا جاتا ہے کہ وہ جوش کھانے لگے اس وقت پھر دباؤ کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے پگھلتے ہوئے برف کی تپش کو صفر درجہ مئی اور جوش کھاتے ہوئے پانی کی تپش کو ۱۰۰ تصور کر کے دباؤ اور تپش میں تعلق بتانے والی

ترسیم بنالی جاتی ہے۔ چونکہ یہ ترسیم ایک خطِ مستقیم ہے۔ اس لئے اسے بنانے کے لئے دو نقاط کا معلوم ہوجانا ہی کافی ہے۔ لیکن اگر سیمابی تپش پیما موجود ہو تو پن جنتر کی تپش کو نقطۂ جوش تک بڑھانے کے بعد پن جنتر کو سرد ہونے کا موقع دیا جاتا ہے۔ ہر دس یا پندرہ درجے کے تنزل پر دباؤ کا مفرد درہ لیا جاتا ۔ یہ ترسیم تپش کے محور سے جس نقطہ پر مل رہی ہوگی، وہ صفرِ مطلق یا ـ ۲۷۳° ص ہوگا۔ علی العموم دباؤ کو معین اور تپش کو فصلے مان کر ترسیم بنائی جاتی ہے۔

$\frac{\text{دت}}{\text{دتَ}} = \frac{1 + \text{عہ ت}}{1 + \text{عہ تَ}}$ سے عہ کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

تپش	بار ہوائی	آلہ کی دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق	مجموعی دباؤ	عہ = دباؤ کی بیشی کی شرح

تجربہ ۴۴ مستقل حجم والے ہوائی تپش پیما کے ذریعے کسی شئے کے نقطۂ اماعت کی دریافت :-
اس تجربے میں سیمابی تپش پیما کے استعمال کی اجازت نہیں۔ لہذا جوفہ کو پہلے یخ اور پھر جوش کھاتے ہوئے پانی میں رکھ کر پانی کے نقطۂ اماعت و نقطۂ جوش کی تپشوں پر جوفہ کے اندر کی ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ معلوم کر لیا جائے۔
اب اگر صفر درجۂ مئی کا دباؤ د۱ اور ۱۰۰ درجۂ مئی کا دباؤ د۲ ہو تو
د۲ = د (۱ + عہ × ۱۰۰) اس طرح عہ کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔ اس کے بعد شئے کو پگھلا کر اس میں ایک شعری نلی داخل کی جاتی ہے۔ اور جب شعری نلی میں تھوڑی سی پگھلی ہوئی شئے چڑھ جاتی ہے تو نلی کو نکال کر اس کا دوسرا سرا بند کر دیا جاتا ہے جو پگھلی ہوئی شئے میں ڈبو یا گیا ہو۔ جوفہ کو پن جنتر میں رکھ کر پن جنتر کی تپش کو تدریجی طور پر بڑھایا جاتا ہے۔ اسی پن جنتر میں شعری نلی بھی آویزاں رکھی جاتی ہے۔ عین جس وقت کہ شعری نلی کے اندر جمی ہوئی شئے پگھلنا شروع ہوتی ہے، جوفہ کی ہوا پر عمل کرنے والا دباؤ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ اور تپش کو کسی قدر بڑھا کر جنتر کو سرد ہونے کا موقع دیا جاتا ہے، پھر جب شعری نلی کے اندر کی پگھلی ہوئی شئے منجمد ہونا شروع ہوتی ہے دباؤ کا مفروضہ لے لیا جاتا ہے، دباؤ کے دونوں مفروضوں کا اوسط شئے کے نقطۂ اماعت پر عمل کرنے والا دباؤ تصور کیا جا سکتا ہے۔ اگر یہ دباؤ دَ ہو تو

دَ = (۱ + عہ تَ)

اس مساوات میں چونکہ تَ کے سوا بقیہ تمام مقادیر معلوم ہیں اس لئے تَ کی قیمت معلوم ہو جائے گی۔

بار ہوائی = ... سمر

(جوفہ یخ میں) دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق = ... سمر

(جوفہ جوش کھاتے ہوئے پانی میں) دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق = ... سمر

....

∴ عہ =

(جب شئے پگھلنا شروع ہو) دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق = ... سمر }

(جب شئے منجمد ہونا شروع ہو) دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق = ... سمر } .... سمر

نقطۂ اماعت پر دباؤ دَ = ... سمر

∴ نقطۂ اماعت = تَ = ... درجۂ مئی

حرارہ پیمائی

حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام پانی کی تپش میں ایک درجۂ مئی کا اضافہ کردے حرارت کی اکائی کہلاتی ہے اور اسے حرارہ کہتے ہیں۔

کسی شئے کی گنجایش یا قابلیتِ حرارت سے مراد حرارت کی وہ مقدار ہے جو اس شئے کی تپش میں ایک درجۂ مئی کا اضافہ کردے۔ گنجایش یا قابلیتِ حرارت عدداً شئے کی کمیت اور حرارتِ نوعی کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتی ہے اور بسا اوقات شئے کے آبِ مساوی کے نام سے موسوم کی جاتی ہے۔ آبِ مساوی سے مراد پانی کی وہ مقدار ہے جو حرارت کے لین دین میں شئے کی قایم مقام ہوسکے، یعنے حرارت کی جس مقدار سے کسی شئے کی تپش میں ایک معین اضافہ ہوتا ہو اتنی ہی مقدار حرارت سے اسی قدر اضافہ جتنے پانی کی تپش میں ہو، وہ اس شئے کا آبِ مساوی ہوگا۔

کسی شئے کی اکائی کمیت کی گنجایش یا حرارتِ نوعی حراروں کی وہ تعداد ہے جو اس شئے کے ایک گرام کو ایک درجۂ مئی بڑھانے کے لئے درکار ہو۔

اگر کسی جسم کی کمیت ک، اس کے مادہ کی نوعی حرارت نع اور اس کا اضافۂ تپش ت ہو تو

مقدارِ حرارت حراروں میں = ک × نع × ت

جب کوئی شئے ٹھوس حالت سے مائع حالت میں یا مائع حالت سے گیسی حالت میں تبدیل ہورہی ہوتی ہے تو شئے میں داخل ہونے والی حرارت سے اس کی تپش میں اضافہ نہیں ہوتا، اس لئے اس حرارت کو مخفی حرارت کہتے ہیں۔ کسی شئے کی مخفی حرارت سے حرارت کی وہ مقدار مراد ہے جو اس شئے کی اکائی کمیت کی حالت کو بلا تغیرِ تپش بدل دے۔

اماعت کی مخفی حرارت سے حرارت کی وہ مقدار مراد ہے جو اکائی کمیت کے ٹھوس کو بلا تغیرِ تپش مائع میں بدل دے، یا اکائی کمیت کے مائع سے اس وقت خارج ہو جب کہ وہ بلا تغیرِ تپش ٹھوس کی شکل میں تبدیل ہو۔
جوش کی مخفی حرارت سے حرارت کی وہ مقدار مراد ہے جو اکائی کمیت کے مائع کو بلا تغیرِ تپش گیسی حالت میں بدل دے، یا اکائی کمیت کی گیس سے اس وقت خارج ہو جب کہ وہ بلا تغیرِ تپش مائع حالت میں تبدیل ہو۔

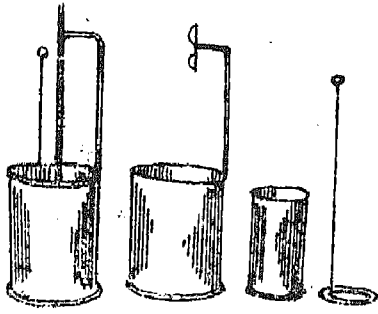
حرارہ پیمائی میں اگر حرارت کی لین دین میں حصہ لینے والے تمام اجسام کو پیشِ نظر رکھا جائے تو

نقصانِ حرارت = کسبِ حرارت

حرارہ پیما

وہ برتن جو مقدار حرارت کی پیمائش کے لئے استعمال ہوتا ہے حرارہ پیما کہلاتا ہے اس کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ حتی الامکان بیرونی اجسام سے اس میں یا اس سے بیرونی اجسام میں حرارت منتقل نہ ہونے پائے حرارت کا یہ انتقال، ایصال، حمل، یا اشعاع حرارت کی شکل میں وقوع پذیر ہو سکتا ہے۔ ایصالِ حرارت کو روکنے کے لئے حرارہ پیما کو نمدہ، روئی، کارک، یا آبنوس کے ذریعے سہارا جاتا ہے۔ حملی رووں سے محفوظ رکھنے کے لئے حرارہ پیما کو یا روئی سے اچھی طرح لپیٹ دیا جاتا ہے یا خلا دار پیرہن میں لٹکا دیا جاتا ہے۔ اشعاع کے ذریعے انتقال حرارت کو روکنے کے لئے حرارہ پیما کے گرد ایک بیرونی برتن ہوتا ہے اور اندرونی برتن کی بیرونی سطح اور بیرونی برتن کی اندرونی سطح مجلا بنادی جاتی ہے۔

تجربہ ۴۵ ۔ حرارہ پیما کے آبِ مساوی کی تخمین:—

حرارہ پیما اور ہلانی کو صاف و خشک کرکے تول لیا جاتا ہے اس کے بعد اس میں تقریباً ایک تہائی پانی ڈال کر حرارہ پیما اور پانی کا مجموعی وزن معلوم کر لیا جاتا ہے، اور پانی کو ہلا ہلا کر اس کی ابتدائی تپش معلوم کر لی جاتی ہے پھر اسی قدر معلوم تپش کا گرم پانی اس میں داخل کر کے ہلا ہلا کر مشترک تپش کا مقرر دہ لے لیا جاتا ہے! ور نقصانِ حرارت کو کسبِ حرارت کے مساوی رکھ کر حرارہ پیما کا آبِ مساوی معلوم کر لیا جاتا ہے۔

شکل ۳۶

حرارہ پیما کا آب مساوی = آ

حرارہ پیما اور ہلانی کا وزن $و_{1}$ = ... گرام

حرارہ پیما اور ہلانی + پانی کا وزن $و_{2}$ = ... گرام

∴ پانی کا وزن و = $و_{2} - و_{1}$ = ... گرام

پانی کی ابتدائی تپش = $ت_{1}$ = ... درجۂ مئی

حرارہ پیما اور ہلانی + پانی + گرم پانی کا وزن $و_{3}$ = ... گرام

∴ گرم پانی کا وزن وَ = $و_{3} - و_{2}$ = ... گرام

گرم پانی کی تپش = $ت_{2}$ = ... درجۂ مئی

مشترک تپش = ت = ... درجۂ مئی

کسبِ حرارت = آ (ت − $ت_{1}$) + و (ت − $ت_{1}$) = ...

نقصانِ حرارت = وَ ($ت_{2}$ − ت) = ...

∴ آ =

تجربہ ۴۶ - طریقۂ آمیزش سے دیئے ہوئے ٹھوس کی حرارتِ نوعی معلوم کرنا:-
ٹھوس کا وزن و معلوم کرکے اُسے پن جنتر یا اور کسی مناسب انتظام کے ذریعے گرم کیا جاتا ہے، اور حرارہ پیما کا وزن و۱ معلوم کرکے اس میں بہ قدر دو تہائی معمولی تپش ت۱ درجۂ مئی کا پانی داخل کرکے اُسے پھر تول لیا جاتا ہے اور اس طرح معلوم ہونے والے وزن و۲ سے مستعملہ پانی کی کمیت محسوب کرلی جاتی ہے۔ گرم ٹھوس کی تپش دیکھ کر اُسے جلدی سے حرارہ پیما میں داخل کرکے حرارہ پیما کے پانی کو ہلا ہلا کر مشترک مستقل تپش ت معلوم کرلی جاتی ہے۔

ٹھوس کا وزن و = ... گرام

حرارہ پیما اور ہلانی کا وزن و۱ = ... گرام — ٹھوس کی حرارت نوعی = نع

حرارہ پیما اور ہلانی + پانی کا وزن و۲ = ... گرام — حرارہ پیما کے مادّے کی حرارت نوعی = ن

پانی کی ابتدائی تپش ت۱ = ... درجۂ مئی

گرم ٹھوس کی تپش ت۲ = ... درجۂ مئی

گرم ٹھوس داخل کرنے کے بعد مشترک تپش ت = ... درجۂ مئی

نقصانِ حرارت = و × نع (ت۲ - ت) = ...

کسبِ حرارت = و۱ × ن (ت - ت۱) + (و۲ - و۱) (ت - ت۱)

= ....

∴ نع = ...

تجربہ ۴۷ - طریقۂ آمیزش سے دیئے ہوئے مائع کی حرارتِ نوعی معلوم کرنا۔
یہ تجربہ بالکل تجربہ ۴۶ کی طرح کیا جاسکتا ہے۔ مستعملہ ٹھوس کی حرارتِ نوعی معلوم رہتی ہے، اور حرارہ پیما میں پانی کے بجائے نامعلوم حرارتِ نوعی کا مائع استعمال کیا جاتا ہے۔

ٹھوس کا وزن و = ... گرام

ٹھوس کی حرارت نوعی نع = ...

گرم ٹھوس کی ابتدائی تپش = ت۲ = ... درجۂ مئی

حرارہ پیما اور ہلانی کا وزن و۱ = ... گرام

حرارہ پیما اور ہلانی + مائع کا وزن و۲ = ... گرام

مائع کی ابتدائی تپش $ت_۱$ = ... درجۂ مئی   مائع کی حرارتِ نوعی = لا

گرم ٹھوس داخل کرنے کے بعد مشترک تپش ت = ... درجۂ مئی

نقصانِ حرارت = $و \times نع$ ($ت_۲$ - ت) = ...

کسبِ حرارت = $و_۱ \times ن$ (ت - $ت_۱$) + ($و_۲$ - $و_۱$) × (ت - $ت_۱$) × لا

= ....

∴ لا = ...

(نوٹ:- تجربات ۲۶ و ۲۷ کے نتایج اُس وقت زیادہ بہتر ہوتے ہیں جب کہ آمیزش کے بعد حاصل ہونے والی تپش مشترک تپش سے بہت زیادہ مختلف نہ ہو، اس کے لئے یہ کیا جا سکتا ہے کہ ٹھوس کی تپش کو معمولی تپش سے دس یا پندرہ درجے زاید نہ بڑھایا جائے، اور حرارہ پیما اور پانی یا مائع کی ابتدائی تپش کی قیمت حرارہ پیما کو یخ میں رکھ کر معمولی تپش سے اسی قدر گھٹا دی جائے۔ حرارہ پیما اور پانی، یا مائع کی ابتدائی تپش کا مقروءہ حرارہ پیما کو یخ میں سے نکال کر عین اُس وقت لینا چاہیئے جب کہ گرم ٹھوس کی تپش کا مقروءہ لے کر اُسے حرارہ پیما کے پانی یا مائع میں داخل کیا جانے والا ہو۔

طریقۂ آمیزش سے مائع کی حرارتِ نوعی دریافت کرنے کے کئی طریقے ہیں جن میں سے ایک کی وضاحت کی جا چکی ہے۔ ایک طریقہ یہ بھی ہے کہ حرارہ پیما میں پانی کے اندر پتلی دیواروں کا دھاتی برتن رکھ کر اس برتن میں گرم مائع داخل کر کے تجربہ ۲۶ کی طرح مائع کی حرارتِ نوعی معلوم کی جائے، یا پتلی دیواروں والے برتن میں بجائے گرم مائع داخل کرنے کے گرم پانی داخل کیا جائے، اور حرارہ پیما میں پانی کے بجائے سرد مائع استعمال کیا جائے۔ ہر صورت میں اُس برتن کے آبِ مساوی کو ضرور محسوب کرنا چاہیئے جس میں کہ گرم پانی، یا مائع کو رکھا جاتا ہے۔

ایک اور آسان تر طریقہ یہ ہے کہ مائع کو پتلی دیواروں والی شیشے کی بوتل یا دھات کے استوانہ نما برتن میں گرم کیا جائے، اور بوتل یا برتن کو ایک ایسے کارک کے ذریعے بند رکھا جائے جس میں سے کہ ایک تپش پیما گزرتا ہو، گرم شدہ بوتل یا برتن کو اُس کی تپش قلمبند کر لینے کے بعد حرارہ پیما میں منتقل کیا جائے، بوتل یا برتن کو تپش پیما کے تنے کے ذریعے پکڑ کر ہلانے سے ہلانی کا کام نکل سکتا ہے، اس طرح اس صورت میں حرارہ پیما میں کسی اور ہلانی کی ضرورت نہیں پڑتی حرارہ پیما کے اندر پانی کی تپش معلوم کرنے کے لئے ایک اور تپش پیما استعمال کیا جاتا ہے۔ آخری تپش ان دونوں تپش پیماؤں کے مقروءوں کا اوسط لی جاتی ہے، بہ شرطیکہ ان کا باہمی فرق ایک درجے سے زاید نہ ہو)۔

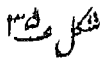
طریقۂ تبرید

اگر کسی سطح کی تپش $ت_1$ سے گر کر $ت_2$ ہو جائے تو اس سطح سے بہ ذریعۂ اشعاع خارج ہونے والی مقدار حرارت (۱) تپشوں کے فرق ($ت_1 - ت_2$)، (۲) سطح کی کیمیائی نوعیت اور طبیعی حالت اور (۳) سطح کے رقبے پر منحصر ہوتی ہے۔ اس لئے جب مختلف مائعات کے مساوی حصوں کو ایک ہی حرارہ پیما، یا ایک ہی قسم کے حرارہ پیماؤں میں رکھ کر ایسے ماحول میں آویزاں کیا جاتا ہے جس کا قرب وجوار ایک مستقل تپش ت پر رہتا ہے تو مائعات کی ابتدائی تپش $ت_1$ ہونے کی صورت میں اخراج حرارت کی شرحیں یعنے فی اکائی وقت خارج ہونے والی مقادیر حرارت مساوی ہوتی ہیں۔ اور مائعات کی نوعیت کے کسی طرح تابع نہیں ہوتیں پس جن مائعات کی حراری قابلیتیں کم ہوں گی، ان کی تپشیں جلد جلد گریں گی، یعنے
کسی مائع کی تپش $ت_1$ سے $ت_2$ درجے تک گرنے میں جو وقت صرف ہوتا ہے وہ اس مائع کی کمیت اور حرارت نوعی کے حاصل ضرب کے متناسب ہوتا ہے۔ لہٰذا اگر کسی مائع کی کمیت $ک_1$ اور حرارت نوعی $ن_1$ ہو، اور اس مائع کی تپش کو $ت_1$ سے $ت_2$ تک گرنے میں $و_1$ ثانیے صرف ہوتے ہوں تو
$(ت_1 - ت_2) ک_1 \times ن_1 \propto و_1$، اور اگر ک کمیت کے پانی کی تپش کے اسی قدر تنزل کے لئے و ثانیے درکار رہوں تو

$$(ت_1 - ت_2) ک \propto و$$

$$\therefore \frac{(ت_1 - ت_2) ک_1 \times ن_1}{(ت_1 - ت_2) ک} = \frac{و_1}{و} \quad یا \quad \frac{ک_1 ن_1}{ک} = \frac{و_1}{و} \quad یا \quad ن_1 = \frac{و_1 ک}{و ک_1}$$

تجربہ ۴۸۔ طریقۂ تبرید سے دئے ہوئے مائع کی حرارت نوعی معلوم کرنا۔

یہ تجربہ شکل ۳۵ کی طرح کے آلہ سے بخوبی کیا جا سکتا ہے۔ کرہ ب اور بیرونی کرہ ج کی درمیانی فضا کو ٹھنڈے پانی سے بھر دیا جاتا ہے تاکہ اندرونی کرہ مستقل تپش کے برتن کا کام دینے لگے۔ ب کے اندر پانی نہیں ڈالا جاتا۔ دو حرارہ پیما جن کے ڈھکنوں میں تپش پیما اور ہلانی کے لئے سوراخ ہوتے ہیں، کرۂ ب میں واقع ہوتے ہیں۔ دونوں حرارہ پیماؤں کو بہ یک وقت کسی پن جنتر میں رکھ کر گرم کیا جاتا ہے، خالی حرارہ پیماؤں کو تول کر ایک حرارہ پیما میں بہ قدر دو تہائی کے پانی، اور دوسرے میں اسی قدر مائع ڈال دیا جاتا ہے اس کے بعد

شکل ۳۵

حرارہ پیماؤں کو معہ ما فیہ مائع کے تقریباً ۷۰° تا ۸۰° م تک گرم کیا جاتا ہے، اور گرم کر لینے کے بعد دونوں حرارہ پیماؤں کو کمرۂ ج کے ڈھکن کے سہارے کمرۂ ب میں اس طرح رکھا جاتا ہے کہ حرارہ پیماؤں کا کوئی حصہ برتن ب کو مَس نہ کرنے پائے۔ اس کُل انتظام کے بعد تپش پیماؤں کے مقروئے لئے جاتے ہیں، اور چِل رکنی گھڑی کی مدد سے یہ دیکھا جاتا ہے کہ تپش کے پانچ پانچ درجوں کے تنزل میں کس قدر وقت صرف ہوتا ہے۔ اس قسم کے چار، پانچ مشاہدات لینے کے بعد حرارہ پیماؤں کو دوبارہ تول کر مائع اور پانی کی کمیتیں ک، اور ک١ معلوم کر لی جاتی ہے۔

حرارہ پیما کا وزن ل = ... گرام
حرارہ پیما + پانی کا وزن ل١ = ... گرام
∴ پانی کا وزن ک = ل١ - ل = ... گرام
حرارہ پیما کا وزن لَ = ... گرام
حرارہ پیما + مائع کا وزن لَ١ = ... گرام
∴ مائع کا وزن ک١ = لَ١ - لَ = ... گرام

تپش	تبرید کا وقت ثانیوں میں		حرارتِ نوعی = $\frac{و_1 ک}{و ک_1}$
	و پانی کے لئے	و١ مائع کے لئے	
۶۰°م تا ۵۵°م			
۵۵°م تا ۵۰°م			
۵۰°م تا ۴۵°م			
۴۵°م تا ۴۰°م			
۴۰°م تا ۳۵°م			
۳۵°م تا ۳۰°م			

تجربہ ۴۹ ۔ اماعت یخ کی مخفی حرارت کی دریافت :۔

حرارہ پیما اور ہلانی کا وزن $و_1$ = ... گرام حرارہ پیما کے مادّے کی حرارتِ نوعی = ن

حرارہ پیما اور ہلانی + پانی کا وزن $و_2$ = ... گرام = ...

∴ پانی کا وزن = $و_2 - و_1$ = ... گرام

پانی کی ابتدائی تپش $ت_1$ = ... درجۂ مئی

کپڑے یا جاذب کی مدد سے یخ کے چند ٹکڑوں کو اچھی طرح خشک کر کے حرارہ پیما کے پانی میں داخل کیا جاتا ہے اور پانی کو اچھی طرح ہلایا جاتا ہے، حتےٰ کہ تمام یخ گھل جائے، بعد ازاں آخری مشترک تپش ت معلوم کرلی جاتی ہے۔

یخ گھل جانے کے بعد مشترک تپش ت = ... درجۂ مئی

حرارہ پیما + پانی + یخ کا وزن = $و_3$ = ... گرام

∴ یخ کا وزن $و_3 - و_2$ = ... گرام

مان لو کہ اماعت یخ کی مخفی حرارت لا ہے تو

حرارہ پیما + پانی کا نقصانِ حرارت = $و_1$ × ن ($ت_1$ - ت) + ($و_2 - و_1$) ($ت_1$ - ت)

= ....

یخ کا کسب حرارت = لا ($و_3 - و_2$) + ($و_3 - و_2$) ت

= ....

∴ لا = ...

= ....

....

تجربہ ۵۰ ۔ بھاپ کی مخفی حرارت کی تخمین :۔

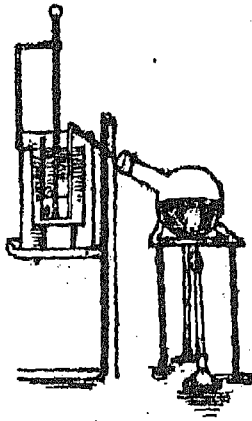
اس کے لئے حرارہ پیما کے علاوہ ایک جوشارہ بھی درکار ہے پہلے یہ دیکھ لینا چاہیئے کہ جوشارہ میں پانی کی کافی مقدار موجود ہے یا نہیں۔

حرارہ پیما + ہلانی کا وزن $و_1$ = ... گرام حرارہ پیما کے مادّے کی حرارتِ نوعی ن = ...

حرارہ پیما و ہلانی + پانی کا وزن $و_2$ = ... گرام

∴ پانی کا وزن = $و_2 - و_1$ = ... گرام

پانی کی ابتدائی تپش $ت_1$ = ... درجہ مئی

جوشارہ کے پانی کو اس قدر گرم کرو کہ اس کا پانی جوش کھانے اور اس کی متعلقہ نلی سے بھاپ خارج ہونے لگے۔ دو چار دقیقوں تک بھاپ کو خارج ہونے دیا جائے۔ اور اس کے بعد شکل ۳۶ کی طرح حرارہ پیما کے پانی میں بھاپ کو دو چار دقیقوں تک گزارا جائے، اس دوران میں ہلانی کی مدد سے پانی مسلسل ہلایا جائے، اور بھاپ گزارنا موقوف کرنے کے بعد تھوڑی دیر تک ہلانے کا عمل جاری رکھ کر آخری مشترک مستقل تپش معلوم کرلی جائے۔

شکل ۳۶

بھاپ گزارنے کے بعد مشترک تپش ت = ... درجہ مئی

حرارہ پیما + پانی + بھاپ کا وزن $و_3$ = ... گرام

∴ بھاپ کا وزن = $و_3 - و_2$ = ... گرام

مان لو کہ بھاپ کی مخفی حرارت ما ہے اور ابتدائی تپش اگر ۱۰۰°م نہیں تو $ت_2$ ہے

بھاپ کا نقصانِ حرارت = $(و_3 - و_2)$ ما + $(و_3 - و_2)(ت_2 - ت)$

= ....

حرارہ پیما + پانی کا کسبِ حرارت = $و_1$ ن $(ت - ت_1) + (و_2 - و_1)(ت - ت_1)$

= ....

∴ ما = ...

= ....

....

تجربہ ۵۱۔ دیے ہوئے مائع میں برف شامل کرکے مائع کی حرارتِ نوعی معلوم کرنا:۔

اس صورت میں اماعت برف کی مخفی حرارت معلوم تصور کرلی جاتی ہے، اس کی قیمت (۸۰) مانی جا سکتی ہے۔

حرارہ اور ہلانی کا وزن $و_۱$ = ... گرام حرارہ پیما کے مادّے کی نوعی حرارت ن = ...

حرارہ پیما + مائع کا وزن $و_۲$ = ... گرام

∴ مائع کا وزن = $و_۲ - و_۱$ = ... گرام

برف کے چند ٹکڑوں کو جاذب یا کپڑے سے خشک کرکے مائع کی ابتدائی تپش $ت_۱$ کا مشاہدہ کر لینے کے بعد برف کو مائع میں ڈال دیا جاتا ہے، اور مائع کو اُس وقت تک ہلاتے رہتے ہیں جب تک کہ سب برف پگھل نہ جائے۔ برف کے گھل جانے کے بعد مشترک تپش ت کا منفرد وہ لے لیا جاتا ہے۔

مائع کی ابتدائی تپش $ت_۱$ = ... درجۂ مئی

برف گھل جانے کے بعد مشترک تپش ت = ... درجۂ مئی

حرارہ پیما + مائع + برف کا وزن = $و_۳$ = ... گرام

∴ برف کا وزن = $و_۳ - و_۲$ = ... گرام

مان لو کہ مائع کی حرارتِ نوعی لا ہے تو

حرارہ پیما + مائع کا نقصانِ حرارت = $و_۱$ ن ($ت_۱$ - ت) + ($ت_۱$ - ت) × لا ...

= ....

....

برف کا کسبِ حرارت = ($و_۳ - و_۲$) × ۸۰ + ($و_۳ - و_۲$) × ت

= ....

∴ لا = ...

....

....

تجربہ ۵۲۔ بھاپ کو مائع کے اندر بستہ کرکے دیے ہوئے مائع کی حرارتِ نوعی معلوم کرنا۔

یہ تجربہ بالکل تجربہ ۵۰ کی طرح کیا جا سکتا ہے۔ اِس صورت میں حرارہ پیما میں پانی بجائے دیا ہوا مائع استعمال کرنا چاہیئے۔ بھاپ کی حرارتِ مخفی کی قیمت بتلا دی جاتی ہے۔ اسے ۵۳۶ مانا جا سکتا ہے۔

حرارہ پیما و ہلانی کا وزن = و$_1$ = ... گرام، حرارہ پیما کے مادّے کی نوعی حرارت = ن = ...

حرارہ پیما + مائع کا وزن = و$_2$ = ... گرام

∴ مائع کا وزن = و$_2$ - و$_1$ = ... گرام

مائع کی ابتدائی تپش ت$_1$ = ... گرام

بھاپ کی ابتدائی تپش ت$_2$ = ... درجہ مئی

بھاپ گزارنا موقوف کرنے کے بعد مشترک تپش ت = ... درجہ مئی

حرارہ پیما + مائع + بھاپ کا وزن و$_3$ = ... گرام

∴ بھاپ کا وزن = و$_3$ - و$_2$ = ... گرام

بھاپ کا نقصانِ حرارت = (و$_3$ - و$_2$) × ۵۳۶ + (و$_3$ - و$_2$) (ت$_2$ - ت)

= ....

حرارہ پیما + مائع کا کسبِ حرارت = و$_1$ × ن (ت - ت$_1$) + (و$_2$ - و$_1$) (ت - ت$_1$) × ما

جہاں ما = مائع کی نوعی حرارت

∴ ما = ...

....

....

رطوبت پیمائی

ہوا کی مرطوبیت سے ہوا کی فی صد یا کسری سیری مراد ہے کسی خاص تپش پر ہوا میں بخارات کی جو زیادہ سے زیادہ مقدار موجود رہ سکتی ہے وہ اوس تپش پر کے سیر شدہ آبی بخارات کے متناظر ہوتی ہے۔ بخاراتِ آبی کی جو مقدار ہوا میں حقیقتاً موجود ہوتی ہے وہ مذکورہ بالا اعظم مقدار سے علی العموم کم ہوتی اور اس لئے کسی خاص تپش پر ہوا میں حقیقتاً موجود رہنے والے بخارات کا دباؤ اوس دباؤ سے عام طور پر کم ہوتا ہے جو کہ اس تپش پر بخاراتِ آبی سے ہوا کے سیر ہونے کی حالت میں عمل پیرا ہوتا ہے۔

مرطوبیتِ اضافی = (ہوا کی تپش پر موجود رہنے والے بخاراتِ آبی کا دباؤ) ÷ (ہوا کی تپش پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ)

کسی خاص تپش ت پر ہوا میں موجود رہنے والے بخاراتِ آبی اس سے کمتر کسی دوسری تپش ت$_1$ پر ہوا کو سیر کر دینے کے لئے

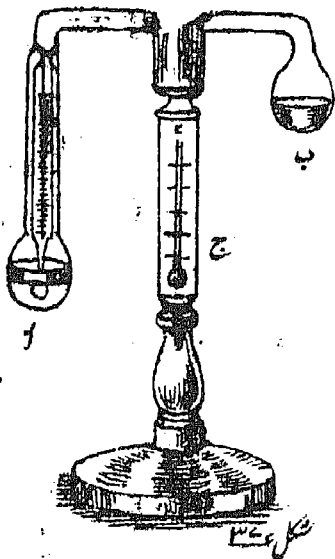
کافی ہوتے ہیں۔ بہ شرطیکہ ہوا کو مقامی طور پر اِس کم تر تپش ت تک سرد کر دیا جائے۔ ایسا کئے جانے کی صورت میں اگر کوئی مجلّا سطح اِس سیر شدہ ہوا میں رکھی جائے گی تو اِس سطح پر شبنم کے قطرے نمودار ہو جائیں گے۔ وہ تپش جس پر کہ مقامی طور پر ہوا کو سرد کرنے پر ہوا میں رکھی ہوئی کسی مجلّا سطح پر شبنم کے قطرے دکھائی دینا شروع ہوں نقطۂ شبنم کہلاتی ہیں۔

چونکہ نقطۂ شبنم پر ہوا میں فی الحقیقت موجود رہنے والے آبی بخارات ہوا کو سیر کر دیتے ہیں، اس لئے نقطۂ شبنم پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ موجود رہنے والے بخاراتِ آبی کے دباؤ کے مساوی تصور کیا جا سکتا ہے، لہٰذا

$$\text{مرطوبیت اضافی} = \frac{\text{نقطۂ شبنم پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ}}{\text{ہوا کی تپش پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ}}$$

”لوکارثمی اور طبیعی جدول“ کے صفحہ ۳۹ پر آبی بخارات کے اعظم دباؤ کے متعلق جو جدول دی گئی ہے اُس کی مدد سے مختلف تپشوں پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ معلوم کیا جا سکتا ہے۔

مرطوبیت اضافی کی تخمین کے لئے کسی مناسب طریقے سے نقطۂ شبنم کی تعین کر کے ہوا کی تپش معلوم کر لی جاتی ہے اور جدول کی مدد سے اِن تپشوں کے متناظر آبی بخارات کے اعظم دباؤ کی قیمتیں معلوم کر کے اُن کی باہمی نسبت دریافت کر لی جاتی ہے، جن آلات کے ذریعے نقطۂ شبنم کی قیمت معلوم کی جاتی ہے اُنھیں رطوبت پیما کہتے ہیں

دانیالی رطوبت پیما

دانیالی رطوبت پیما شکل ۳۷ کی صورت میں ایک طلائی پٹی شیشے کے جوفہ ا کے ساتھ چسپاں ہوتی ہے۔ جوفہ کی متعلقہ نلی کے اندر ایک تپش پیما بھی ہوتا ہے۔ نلی کے دوسرے سرے پر ایک اور جوفہ ب ہوتا ہے، اِن جوفوں اور الحاقی نلی میں صرف ایتھر اور ایتھر کے بخارات ہوتے ہیں۔

جوفہ ب پر ململ کا ایک ٹکڑا چڑھا کر کپڑے پر ایتھر ڈال کر اُس کو جلد جلد تبخیر کا موقع دینے سے جوفہ ب سرد ہو جائے گا۔ اُس کے اندر کے بخارات کی تکثیف ہوگی، اور ان کی جگہ جوفہ ا سے بخارات آتے رہیں گے۔

شکل ۳۷

اس طرح جوفے ا میں مسلسل تبخیر ہوتی رہے گی جس کے باعث اس کی تپش کم ہوتی جائے گی اور ایک ایسا موقع ضرور آئے گا جس پر کہ طلائی پٹی نقطۂ شبنم تک سرد ہو جائے گی۔ جیسے ہی کہ شبنم کے پہلے شائبے نظر آتے ہیں جوفے ا کے متعلقہ نلی کے اندر والے تپش پیما کی تپش دیکھ لی جاتی ہے اور ململ پر ایتھر ڈالنا بند کر دیا جاتا ہے جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ طلائی پٹی آہستگی کے ساتھ گرم ہوتی ہے۔ اور شبنم غایب ہونے لگتی ہے، وہ تپش جس پر کہ شبنم غایب ہونے لگے پڑھ لی جاتی ہے۔ ان دونوں تپشوں کا اوسط نقطۂ شبنم کی قیمت ہوگی آلہ کی ٹکین سے لگے ہوئے دوسرے تپش پیما ج کی مدد سے ہوا کی تپش معلوم کر لی جاتی ہے اور جدول کی مدد سے نقطۂ شبنم اور ہوا کی تپش پر آبی بخارات کے اعظم دباؤ کی قیمتیں معلوم کر کے ان کی باہمی نسبت دریافت کر لی جاتی ہے اس طرح مرطوبیت اضافی کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔

تجربہ ۵۳ ۔ دانیالی رطوبت پیما سے نقطۂ شبنم کی تخمین اور مرطوبیت اضافی کی دریافت :۔

اندرونی تپش پیما کی تپش (۱) جب کہ شبنم نمودار ہونے لگے = ... درجۂ مئی

(۲) جب کہ شبنم غایب ہونا شروع ہو = ... درجۂ مئی

اوسط یعنی نقطۂ شبنم = ... درجۂ مئی

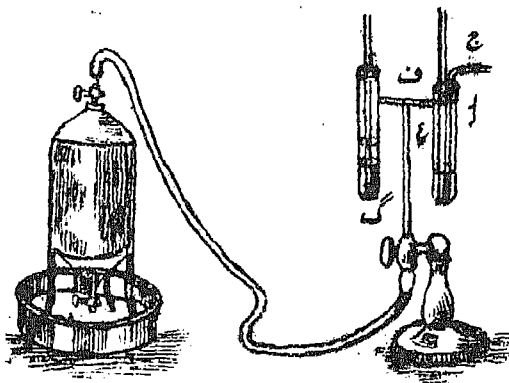
ہوا کی تپش = ... درجۂ مئی

نقطۂ شبنم پر آبی بخارات کا اعظم دباؤ = ... مم

ہوا کی تپش پر آبی بخارات کا اعظم دباؤ = ... مم

∴ مرطوبیت اضافی = ... = ... فی صد

ریینو کا رطوبت پیما :۔

شیشے کی ایک نلی ا کے نچلے سرے پر ایک نقرئی ٹوپی چڑھا دی جاتی ہے، اور اس نلی میں ایتھر کی اس قدر مقدار داخل کی جاتی ہے کہ نقرئی ٹوپی ایتھر سے بھر جائے۔ ایتھر میں ایک تپش پیما کا جوفہ ڈوبا رہتا ہے نلی ع ف کے ذریعے ایک ہوا کش کی مدد سے نلی ا میں سے ہوا کھینچی جاتی ہے۔ ہوا مائع میں سے ہوتی ہوئی جانبی نلی گ کے ذریعے گزرتی ہے اور ہوا کی اس رو کے باعث ایتھر کی تبخیر میں سرعت پیدا ہو جاتی ہے۔ چونکہ تبخیر کا نتیجہ تبرید ہے اس لئے مائع کی تپش گر جاتی ہے۔

شکل ۳۸

جس وقت نقرئی ٹوپی کی سطح پر شبنم کے قطرے دکھائی دینا شروع ہوتے ہیں اُس وقت تپش دیکھ لی جاتی ہے، اور ہوا کی رَو کو روک کر آلے کو آہستگی کے ساتھ گرم ہونے کا موقع دیا جاتا ہے۔ جب شبنم غایب ہونے لگتی ہے تو پھر تپش دیکھ لی جاتی ہے۔ ان دونوں تپشوں کا اوسط نقطۂ شبنم ہوگا۔

ہوا کی تپش نلی اُ کی طرح دوسری خالی نلی ک میں رکھے ہوئے تپش پیما کے ذریعے معلوم کی جاتی ہے، ان تپشوں کے متناظر سیر شدہ بخاراتِ آبی کے دباؤ کی قیمتیں جدول کے ذریعے معلوم کرکے مرطوبیتِ اضافی کی تخمین کرلی جاتی ہے۔

تجربے کے دوران میں نقرئی ٹوپی کے قریب مشاہد کو اپنا ہاتھ یا منھ نہ لے جانا چاہیئے۔ بہتر یہ ہے کہ مشاہد اور آلے کے درمیان شیشے کی ایک بڑی تختی حائل ہو اور تجربہ ایسی جگہ کیا جائے جہاں پانی کی ایک وسیع سطح کھلی ہوئی ہو۔

تجربہ ۵۴۔ ریگنو کے رطوبت پیما کے ذریعے نقطۂ شبنم کی تخمین اور مرطوبیتِ اضافی کی دریافت:۔

ایتھر میں ڈوبے ہوئے تپش پیما سے ظاہر ہونے والی تپش

(۱) جب کہ شبنم نمودار ہونا شروع ہو = ... درجۂ مئی

(۲) جب کہ شبنم غایب ہونے لگے = ... درجۂ مئی

اوسط یعنے نقطۂ شبنم = ... درجۂ مئی

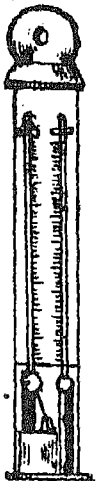
ہوا کی تپش = ... درجۂ مئی

نقطۂ شبنم پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ = ... مم

ہوا کی تپش پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ = ... مم

∴ مرطوبیتِ اضافی = ... = ... = ... فی صد

خشک و تر جوفے والا رطوبت پیما:۔

اس آلے کی صورت میں جیسا کہ شکل ۳۹ سے ظاہر ہے دو تپش پیما ایک ہی تختے پر لگا دیے جاتے ہیں ان میں سے ایک تو ہوا میں کھلا رہتا ہے اور دوسرے کے جوفے کے اطراف کپڑا چڑھا دیا جاتا ہے اس کپڑے کا نچلا سرا پانی کے ایک برتن میں ڈوبا ہوا رہتا ہے، ہوا جس قدر خشک ہوگی اسی قدر تیزی کے ساتھ جوفے سے تبخیر ہوگی اور تر جوفے کی تپش اسی قدر کم ہوگی۔ دونوں تپش پیماؤں کی

شکل ۳۹

تپشوں کا فرق معلوم کر کے جدولِ ذیل کی مدد سے ہوا کی مرطوبیت کا اندازہ کیا جا سکتا ہے۔

خشک و تر جوفے والے رطوبت پیما کے لئے جدول

اس جدول کے پہلے انتصابی خانہ سے خشک جوفے والے تپش پیما کی تپشیں ملتی ہیں، اور پہلی اُفقی سطر میں دونوں تپش پیماؤں سے ظاہر ہونے والی تپشوں کا فرق دیا گیا ہے، بقیہ خانوں میں ملی میٹروں میں بخاراتِ آبی کے دباؤ کی قیمت مندرج کی گئی ہے۔

ہوا کی تپش	دونوں تپش پیماؤں سے ظاہر ہونے والی تپشوں کا فرق									
	صفر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱۷° م	۱۴٫۴	۱۳٫۰	۱۱٫۵	۱۰٫۱	۸٫۷	۷٫۴	۶٫۲	۴٫۹	۳٫۷	۲٫۶
۱۸° م	۱۵٫۴	۱۳٫۸	۱۲٫۳	۱۰٫۹	۹٫۵	۸٫۱	۶٫۸	۵٫۵	۴٫۳	۳٫۱
۱۹° م	۱۶٫۴	۱۴٫۷	۱۳٫۲	۱۱٫۷	۱۰٫۳	۸٫۹	۷٫۵	۶٫۲	۴٫۹	۳٫۷
۲۰° م	۱۷٫۴	۱۵٫۷	۱۴٫۱	۱۲٫۶	۱۱٫۱	۹٫۷	۸٫۳	۶٫۹	۵٫۶	۴٫۳
۲۱° م	۱۸٫۵	۱۶٫۸	۱۵٫۱	۱۳٫۵	۱۲٫۰	۱۰٫۵	۹٫۰	۷٫۶	۶٫۳	۵٫۰
۲۲° م	۱۹٫۷	۱۷٫۹	۱۶٫۲	۱۴٫۵	۱۲٫۹	۱۱٫۴	۹٫۹	۸٫۴	۷٫۰	۵٫۷
۲۳° م	۲۰٫۹	۱۹٫۰	۱۷٫۳	۱۵٫۶	۱۳٫۹	۱۲٫۳	۱۰٫۸	۹٫۲	۷٫۸	۶٫۴
۲۴° م	۲۲٫۲	۲۰٫۳	۱۸٫۴	۱۶٫۶	۱۴٫۹	۱۳٫۳	۱۱٫۷	۱۰٫۱	۸٫۷	۷٫۲
۲۵° م	۲۳٫۶	۲۱٫۶	۱۹٫۷	۱۷٫۸	۱۶٫۰	۱۴٫۳	۱۲٫۷	۱۱٫۱	۹٫۵	۸٫۰
۲۶° م	۲۵٫۰	۲۲٫۹	۲۱٫۰	۱۹٫۰	۱۷٫۲	۱۵٫۴	۱۳٫۷	۱۲٫۱	۱۰٫۵	۸٫۹
۲۷° م	۲۶٫۵	۲۴٫۹	۲۲٫۳	۲۰٫۳	۱۸٫۴	۱۶٫۶	۱۴٫۸	۱۳٫۱	۱۱٫۴	۹٫۸
۲۸° م	۲۸٫۱	۲۵٫۹	۲۳٫۷	۲۱٫۷	۱۹٫۷	۱۷٫۶	۱۶٫۰	۱۴٫۲	۱۲٫۵	۱۰٫۸
۲۹° م	۲۹٫۸	۲۷٫۵	۲۵٫۳	۲۳٫۱	۲۱٫۱	۱۹٫۱	۱۷٫۲	۱۵٫۳	۱۳٫۶	۱۱٫۹
۳۰° م	۳۱٫۶	۲۹٫۲	۲۶٫۹	۲۴٫۶	۲۲٫۵	۲۰٫۵	۱۸٫۵	۱۶٫۶	۱۴٫۷	۱۳٫۰

مرطوبیتِ اضافی معلوم کرنے کے لئے دونوں تپش پیماؤں کے مقرو ـ ئے لے کر جدول سے یہ معلوم کیا جاتا ہے کہ خشک جوف والے تپش پیما سے ظاہر ہونے والی تپش کی سیدھ میں اُس خانہ میں لکھے ہوئے دباؤ د کی کیا قیمت ہے، جس کے اوپر صفر لکھا ہوا ہے۔ اِس کے بعد دونوں تپش پیماؤں سے ظاہر ہونے والی تپشوں کا فرق معلوم کرکے یہ دیکھا جاتا ہے کہ جس خانہ پر لکھا ہوا عدد اس فرق کے مساوی ہے۔ ہوائی تپش کے خط میں دیکھنے سے اُس خانہ سے کس قدر دباؤ دَ ظاہر ہوتا ہے۔ دَ ہوا میں حقیقتاً موجود رہنے والے بخاراتِ آبی کا دباؤ ہوگا اور د ہوائی تپش پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ ہوگا۔ بنابرآں $\frac{دَ}{د}$ سے مرطوبیتِ اضافی کی قیمت معلوم ہو جائے گی۔

نقطۂ شبنم معلوم کرنے کے لئے یہ دیکھا جاتا ہے کہ جس خانہ کے اوپر صفر لکھا ہوا ہے اس کا کونسا دباؤ دَ کے مساوی ہوتا ہے۔ اِس دباؤ کے مقابل پہلے خانہ میں جو تپش لکھی ہوئی ہو وہی نقطۂ شبنم کی قیمت ہوگی۔

تجربہ ۵۵ ـ خشک وتر جوف والے رطوبت پیما سے نقطۂ شبنم کی تخمین اور مرطوبیتِ اضافی کی دریافت :-

تر جوف والے تپش پیما سے ظاہر ہونے والی تپش = $ت_1$ = ... درجۂ مئی

خشک جوف والے تپش پیما سے ظاہر ہونے والی تپش = $ت_2$ = ... درجۂ مئی

اِن دونوں تپشوں کا فرق = ... درجۂ مئی

آبی بخارات کا دباؤ دَ = ... مم

∴ نقطۂ شبنم = ... درجۂ مئی

ہوائی تپش $ت_2$ پر سیر شدہ بخاراتِ آبی کا دباؤ د = ... مم

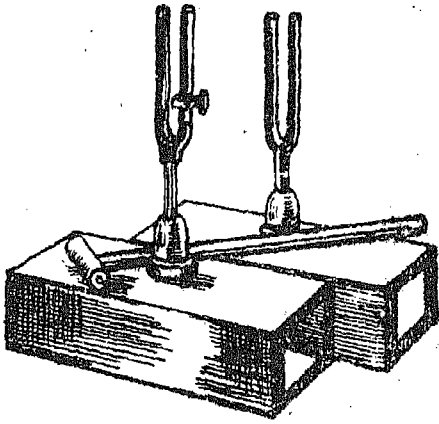
∴ مرطوبیتِ اضافی = $\frac{..........}{..........}$

= ....

= .... فی صد

گمک

اکثر بڑے جمود کے جسم نہایت چھوٹی قوتوں کے عمل سے ارتعاش کی حالت میں لائے جا سکتے ہیں بہ شرطیکہ یہ قوتیں مناسب اوقات پر باقاعدہ طریقے سے عمل کریں۔ مثلاً اگر کسی وزن دار جسم کو معلق لٹکا کر اس سے ایک باریک ریشمی ڈوری باندھ دی جائے، اور پھر اسے ذرا سا ہلا دیا جائے تو باریک ریشم کے ریشے سے مناسب اوقات پر تھوڑا تھوڑا کھینچنے سے وزن دار جسم وسیع پیمانے پر حرکت کرنے لگے گا، شرط یہ ہے کہ ریشمی ریشہ اس وقت کھینچا جائے جس وقت کہ جسم کھینچنے کی سمت میں حرکت کرنے کا متقاضی ہو۔

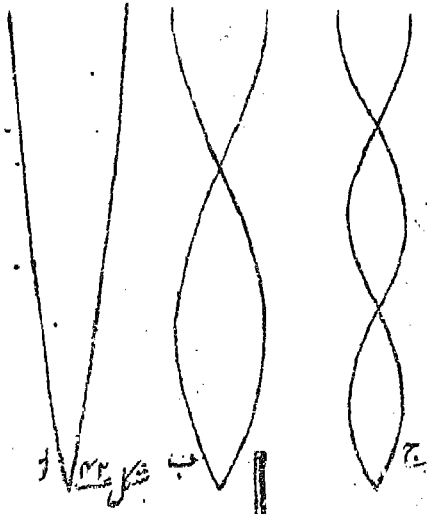
جب کبھی دو متشابہ جسموں کا تعدد ایک ہی ہوتا ہے، اور دونوں ایک دوسرے کے قریب واقع ہوتے ہیں تو ان میں سے کسی ایک کو ارتعاش میں لانا دوسرے کو ارتعاش میں لانے کے لئے کافی ہوتا ہے۔ مثلاً ایک ہی سُر کے دو دو شاخے اگر شکل نمبر ۴۲ کی طرح ایک دوسرے کے قریب رکھے جائیں اور ان میں سے کسی ایک کو مرتعش کیا جائے تو دوسرا خود بخود مرتعش ہو جائے گا۔ پہلے دو شاخے کے ارتعاش سے ہوا میں تکثیف و تلطیف کی موجیں پیدا ہوں گی۔ یہ موجیں دوسرے دو شاخے کے پاس مناسب اوقات میں پہنچ کر اس پر عمل پیرا ہوں گی جس کے نتیجے کے طور پر تھوڑی ہی دیر میں دوسرا دو شاخہ بھی خود بخود ارتعاش کرنے لگا۔ اسی طرح اگر دو تار ایک ہی تختے پر تانے جائیں اور دونوں کا تعددِ ارتعاش ایک ہی ہو تو کسی ایک تار کو مرتعش کرنے سے دوسرا تار خود بخود مرتعش ہو جائے گا، یا اگر کسی تنے ہوئے تار کے قریب کوئی مرتعش دو شاخہ لایا جائے، اور تار کا تعدد وہی ہو جو کہ دو شاخہ کا ہے تو تار خود بخود دو شاخے کے ارتعاش سے متاثر ہو کر ارتعاش کرنے لگے گا۔ اس طریقۂ ارتعاش کا نام گمک ہے۔ گمک صرف اسی وقت ممکن ہے جب کہ دونوں جسموں کا تعددِ ارتعاش ایک ہی ہو۔

شکل نمبر ۴۲

دو شاخوں کو اکثر شکل نمبر ۴۲ کی طرح کھوکھلے صندوقچوں پر رکھا جاتا ہے، ان صندوقچوں کی جسامت ایسی ہوتی ہے کہ ان کے اندر کی ہوا کے آزاد ارتعاش کا تعدد وہی ہوتا ہے جو کہ صندوقچے کی لکڑی کے قسری ارتعاش کا ہو۔ اگر اس قسم کے صندوقچے کے انتخاب میں کافی احتیاط برتی جائے تو پیدا ہونے والی آواز کی حدت بہت بلند ہوتی ہے۔ تنے ہوئے تار بھی اکثر اسی قسم کے صندوقچوں پر تانے جاتے ہیں۔

ہوائی استوانوں کا ارتعاش

جب آواز کی موجیں کسی سطحِ عاکس سے ٹکراتی ہیں تو ٹکر کے بعد منعکس ہو جاتی ہیں، مان لو کہ اب ایک نلی ہے جس کا سرا ا بند ہے اور اس نلی کے کھلے سرے ب پر ایک مرتعش دوشاخہ لایا گیا ہے۔ دوشاخے کی شاخ ع جو نلی کے قریب تر واقع ہے جب نیچے کی طرف حرکت کرتی ہے تو دبکاؤ یا تکثیف کی حالت پیدا ہوتی ہے، جو نلی میں نیچے کی طرف جاتی ہے اور پیندے ا د سے ٹکرا کر منعکس ہوتی ہے یعنی تکثیف کی شکل میں اوپر کی طرف واپس لوٹتی ہے۔ یہ حالت جس وقت کھلے سرے پر پہنچ رہی ہو، اگر عین اُس وقت دوشاخے کی شاخ ع بھی اوپر کی طرف حرکت کر رہی تو نلی کے کھلے سرے کے قریب دو وجوہ سے تلطیف کی حالت پیدا ہوگی ایک تو نلی کے پیندے سے تکثیف کے منعکس ہو کر وہاں تک پہنچنے کے باعث دوسرے دوشاخے کی شاخ ع کے اوپر کی طرف حرکت کرنے کے باعث اس کے بعد تلطیف کی حالت نلی میں نیچے کو جائے گی اور پیندے سے منعکس ہو کر نلی کے منھ پر ٹھیک اس وقت پہنچے گی جب کہ شاخ ع نیچے کی طرف حرکت کر رہی ہوگی جب یہ صورتِ حال ہو تو ظاہر ہے کہ تکثیف و تلطیف یا موجی حرکت نلی کے طول کا چوگنا فصل اُس مدت میں طے کرے گی جس میں کہ دوشاخے کی شاخ ع ایک کامل اہتزاز کرتی ہو یعنے دوشاخے سے پیدا ہونے والی موج کا طول نلی کے طول کا چہار چند ہوگا اس صورت میں دوشاخہ نلی میں کے ہوائی استوانے کے ساتھ گمک دے رہا ہوگا لیکن گمک نلی کے صرف ایک خاص طول پر سُنائی دے گی۔ ہر ایک طول پر نہیں اسی لئے تجربی آلات میں اس امر کا انتظام ہوتا ہے کہ نلی کے طول میں حسب مرضی کمی بیشی کی جا سکے اگر نلی کا طول وہ مخصوص طول نہ ہو جس پر کہ ہوا کا استوانہ دوشاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے تو دوشاخے اور ہوائی استوانے کے تموج کے ہیئتوں میں وہ مساوات نہیں پائی جائے گی جس کا کہ اوپر ذکر کیا گیا ہے۔ کبھی تو دوشاخے اور ہوائی استوانے کی ہیئتیں ایک دوسرے کے موافق ہوں گی، اور کبھی مخالف۔ بنا برآں نلی کا ہوائی استوانہ گمک نہ دے گا، اس لئے ہوائی استوانے کے ارتعاش کی شرط یہ ہے کہ تعددِ ارتعاش ایسا ہو کہ کھلا سرا ایک ضد عقدہ ہو اور بند سرا عقدہ صغیر خلل کے مقام کو عقدہ اور اعظم خلل کے مقام ضد عقدہ کہتے ہیں۔

شکل ۴۱

شکل ۴۲ میں ہوائی استوانوں کے ارتعاش کی تین وضعیں بتلائی گئی ہیں۔ شکل ۴۲ ا کی صورت میں نلی کے پیندے پر عقدہ اور نلی کے کھلے سرے پر ضد عقدہ ہے، اور نلی کا طول ربع طولِ موج ہے۔ شکل ب میں جو کیفیت

بتلائی گئی ہے، اس کے رونما ہونے کی صورت میں نلی کا طول ۳/۴ طول موج کے مساوی ہوگا۔ اور شکل ج کی صورت میں نلی کا طول ۵/۴ طول موج کے مساوی ہوگا۔ اگر دوشاخے کا تعدادِ ارتعاش ع ہو اور واقعات کی وہ صورت ہو جو شکل ۴۲ ا میں بتلائی گئی ہے تو طول موج = ۴ ل جہاں ل سے مراد ہوائی استوانے یا نلی کا طول ہے۔

چونکہ رفتارِ آواز = تعدادِ ارتعاش × طولِ موج

∴ رفتارِ آواز = ع × ۴ × ل

شکل ۴۲

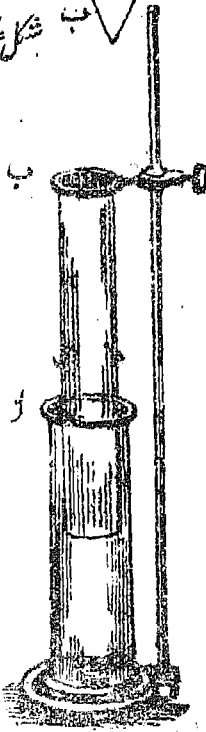
تجربہ ۵۶۔ گمک نلی کے ذریعے ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنا:-

معلوم تعدد کے ایک دوشاخے کو لکڑی کی ہتوڑی سے مار کر مرتعش کیا جاتا ہے، اور مرتعش دوشاخے کو پانی میں ڈوبی ہوئی نلی ب کے کھلے سرے سے کسی قدر دور رکھا جاتا ہے۔ نلی کو حسب ضرورت اوپر نیچے ہٹا کر اس کے اندر کے ہوائی استوانے کا طول مرتب کیا جاتا ہے اور وہ کم سے کم طول معلوم کیا جاتا ہے جس پر ہوا کا استوانہ دوشاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے۔ یہ طول ل ناپ لیا جاتا ہے۔

احتیاط سے جو تجربات کئے گئے ہیں، اُن سے اس امر کا پتہ چلتا ہے کہ اس قسم کی نلی میں ہوا کا جو استوانہ کسی خاص دوشاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے اس کا طول طولِ موج کا ٹھیک چوتھائی نہیں ہوتا۔ کیوں کہ کھلے سرے پر کچھ تغیرات واقع ہوتے ہیں۔ اس لئے نلی ب کو اوپر کی طرف حرکت دے کر وہ دوسرا طول بھی معلوم کر لیا جاتا ہے جس پر کہ اسی دوشاخے کے ساتھ ہوا کا استوانہ پھر گمک دیتا ہے۔ یہ طول لَ تقریباً ۳ ل کے مساوی ہوتا ہے۔

شکل ۴۳

لَ - ل ٹھیک نصف طول موج کے برابر ہوگا۔ اور

رفتارِ آواز = ع × ۲ (لَ - ل) جہاں ع سے مراد دوشاخے کا تعدد ہے۔ اس طرح رفتارِ آواز کی

جو قیمت برآمد ہوگی وہ تجربے کی تپش پر رفتار کی قیمت ہوگی۔

صفر درجہ مئی پر رفتارِ آواز کی قیمت معلوم کرنے کے لئے مساواتِ ذیل سے مدد لی جاتی ہے

$ر_ت = ر_{صفر} \sqrt{1 + عہ ت}$ جہاں $ر_ت$ = رفتارِ آواز تپش ت درجۂ مئی پر

$ر_{صفر}$ = رفتارِ آواز صفر درجۂ مئی پر اور عہ، ہوا کے حجمی پھیلاؤ کی شرح ہے

جو عدداً $\frac{1}{273}$ کے مساوی ہوتی ہے۔

پہلا طول جس پر ہوا کا اسطوانہ دو شاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے = ل = ... سمر

دوسرا طول جس پر ہوا کا اسطوانہ دو شاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے = لَ = ... سمر

نصف طول موج = لَ - ل = ... سمر

ربع طول موج $ل_1$ = ... سمر

سرے کی تصحیح = $ل_1$ - ل = ... سمر

تپش ت = ... درجۂ مئی

دو شاخے کا تعددِ ارتعاش = ...

رفتارِ آواز $ر_ت$ = ۴ ع $ل_1$ = ... سمر فی ثانیہ

$ر_{صفر}$ = ...

....

....

اگر رفتارِ آواز کی قیمت معلوم ہو اور دو شاخے کا تعددِ ارتعاش نامعلوم تو پہلے رفتارِ آواز کی دی ہوئی قیمت سے تجربے کی تپش پر رفتارِ آواز کی قیمت معلوم کر لینا چاہیئے اور پھر $ر_ت$ = ۴ ع $ل_1$ کی مدد سے ع کی قیمت معلوم کر لینا چاہیئے۔

گمک نلی کے ذریعے دو شاخوں کے تعددوں کا مقابلہ بھی کیا جا سکتا ہے۔ ہر دو شاخے کے ساتھ گمک دینے والے ہوائی اسطوانوں کے طول تجربہ ۵۷ کی طرح معلوم کر کے ہر صورت میں ربع طول موج کی قیمت یا نصف طول موج کی قیمت معلوم کر لی جائے۔ اس طرح حاصل ہونے والے طولوں کے مقلوبوں میں جو نسبت ہوگی وہی دو شاخوں کے تعددوں کی باہمی نسبت ہے۔

تاروں کا عرضی ارتعاش

دونوں سروں پر جکڑے ہوئے تار کے کسی مقام کو اگر کمان سے رگڑ کر یا انگلی سے چھیڑ کر مرتعش کیا جائے تو اس مقام سے موجیں تار کے دونوں جکڑے ہوئے سروں کی طرف جائیں گی اور وہاں سے منعکس ہو کر مقابل کے سروں پر پہنچیں گی اور پھر لوٹ کر اپنے ابتدائی مقام کی طرف آئیں گی، یعنے ہر موج تار کے طول کا دو چند فصل طے کرے گی۔ اگر یہ موجیں اپنے ابتدائی مقام پر ایسے وقت پہنچیں کہ وہاں ایک نیا خلل اسی ہیئت میں تیار رہے جس ہیئت میں کہ موجیں پہنچی ہیں تو ان موجوں کو اس خلل سے تقویت ہوگی اور مذکورۂ بالا عمل پیشتر سے مزید حیطۂ ارتعاش کے ساتھ دُہرایا جائے گا۔

شکل ۴۴

جب ارتعاش کی نوعیت سادہ ترین ہوگی (شکل ۴۴ ا) تو موجیں تار کے طول کا دو چند فصل اُس مدت میں طے کریں گی جس میں کہ سادہ موسیقی حرکت کرنے والا نقطہ ایک کامل اہتزاز کرتا ہو چوں کہ ایک کامل دور کی مدت میں موجیں جو فصل طے کرتی ہیں وہ طول موج کہلاتا ہے اس لئے اگر تار کے دونوں جکڑے ہوئے سروں کا درمیانی طول ل ہو اور ارتعاش کی نوعیت سادہ ترین ہو، لہ یعنے طولِ موج = ۲ ل $\therefore$ ل = $\frac{\text{لہ}}{۲}$

رفتارِ آواز = تعدد × طولِ موج $\therefore$ ر = ع × لہ جہاں ع سے تعدد اور ر سے رفتار مراد ہے

$$\text{یا } ع = \frac{ر}{\text{لہ}} = \frac{ر}{۲\,ل}$$

تنے ہوئے تار پر شایع ہونے والی موجوں کی اشاعت کی رفتار ر، تناؤ پیدا کرنے والی قوت ت، اور تار کے اکائی طول کی کمیت کہ میں حسب ذیل تعلق ہے:-

$ر = \sqrt{\frac{ت}{\text{کہ}}}$ $\therefore$ $ع = \frac{۱}{\text{لہ}}\sqrt{\frac{ت}{\text{کہ}}}$ = (ارتعاش کی سادہ ترین صورت میں) $\frac{۱}{۲\,ل}\sqrt{\frac{ت}{\text{کہ}}}$

تار کے ارتعاش کی چند وضعوں کو شکل ۴۴ ا، ب، ج اور د میں دکھایا گیا ہے ا کی صورت میں $ع = \frac{۱}{۲\,ل}\sqrt{\frac{ت}{\text{کہ}}}$، ب کی صورت میں $ع = \frac{۱}{ل}\sqrt{\frac{ت}{\text{کہ}}}$ اور ج کی صورت میں $ع = \frac{۳}{۲\,ل}\sqrt{\frac{ت}{\text{کہ}}}$

مان لو کہ تار کا نصف قطر ص ہے اور اس کے مادے کی کثافت ث ہے تو کہ = $\pi\,ص^۲\,ث$ اس لئے ارتعاش کی سادہ ترین صورت میں $ع = \frac{۱}{۲\,ل\,ص}\sqrt{\frac{ت}{\pi\,ث}}$

مذکورۂ بالا جملوں سے ہمیں تاروں کے عرضی ارتعاش کے حسب ذیل کلیات حاصل ہوتے ہیں۔

ل، ت، کہ، ص، اور ث میں سے اگر صرف ایک مقدار متغیر ہو اور بقیہ مقادیر مستقل رہیں تو تعدد

(۱) مرتعش تار کے طول کے ساتھ معکوس نسبت رکھتا ہے۔

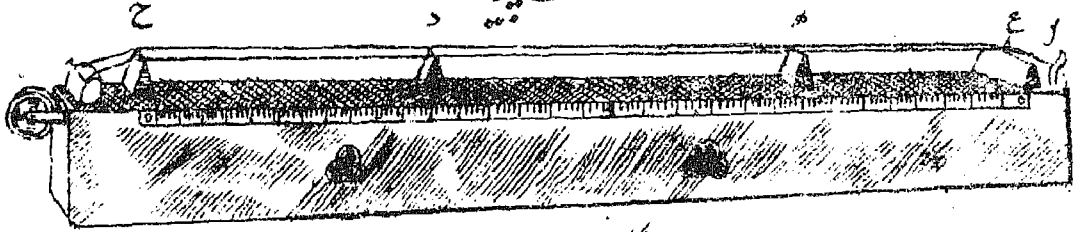
(۲) تناؤ پیدا کرنے والی قوت کے جذر کے ساتھ راست نسبت رکھتا ہے۔

(۳) کمیت فی اکائی طول کے جذر کے ساتھ معکوس نسبت رکھتا ہے۔

(۳ا) تار کے نصف قطر یا قطر کے ساتھ معکوس نسبت رکھتا ہے۔

(۳ب) تار کے مادے کی کثافت کے جذر کے ساتھ معکوس نسبت رکھتا ہے۔

نوٹ: کلیات (۳ا) اور (۳ب) کلیہ سوم کی بدلی ہوئی شکلیں

صوت پیما

شکل ۴۵

تاروں کے ارتعاش کی کیفیت اکثر ایک آلہ کے ذریعے معلوم کی جا سکتی ہے جسے صوت پیما کہتے ہیں۔ ایک تختے یا صندوقچے پر شکل ۴۵ ایک تار کو تان دیا جاتا ہے۔ تار کا ایک سرا ا ایک کنجی سے باندھ دیا جاتا ہے اور دوسرا ایک چرخی پر سے گزار کر کسی مناسب وزن سے متعلق کر دیا جاتا ہے۔ تختے یا صندوقچے پر ح اور ع دو ثابت گھوڑیاں ہوتی ہیں، ان کے علاوہ دو حرکت پذیر گھوڑیاں ھ اور د بھی ہوتی ہیں جنھیں تختے یا صندوقچے پر حسب مرضی ادھر ادھر سرکایا جا سکتا ہے۔ بعض صورتوں میں ایک دوسرا تار بھی تختے پر تان دیا جاتا ہے۔

تجربہ ۵۷۔ تاروں کے عرضی ارتعاش کے کلیات کی تصدیق:۔

کلیۂ اول کی تصدیق کے لئے چند معلوم تعدد کے دوشاخے منتخب کئے جاتے ہیں اور متحرک گھوڑی د کو تار کے نیچے تختے پر ادھر ادھر ہٹا کر تار کا وہ کم سے کم طول معلوم کیا جاتا ہے جو ع تعدد ارتعاش والے دوشاخے کے ساتھ ہمسر ہو۔ ہمسر ہونے کا پتہ تار پر ہلکے راکب یا کاغذ کے حلقے چڑھا کر بہ آسانی چلایا جا سکتا ہے کیوں کہ جب تار دوشاخے کے ساتھ ہمسر ہوگا تو یہ راکب یا حلقے

تار پر اچھلنے لگیں گے، تار کے طول ل کو نہایت احتیاط سے ناپ لیا جاتا ہے۔ تار کے آزاد سرے سے جو وزن لٹک رہا ہوتا ہے اُس میں کوئی تغیر کئے بغیر یہی عمل دوسرے دوشاخوں کے ساتھ بھی یکے بعد دیگرے کیا جاتا ہے، اور ثابت یہ کیا جاتا ہے کہ طول اور تعدد کا حاصل ضرب ایک مقدار مستقل ہے۔

دوشاخے کا تعدد ع	ہمسُر تار کا طول ل	ع × ل

کلیۂ دوم کے لئے بھی معلوم تعدد کے چند دوشاخے منتخب کئے جاتے ہیں اور پھر کسی ایک دوشاخے کے ساتھ ہمسُر ہونے والا طول حسب طریقۂ بالا دریافت کرلیا جاتا ہے، تار کے اس طول کو مستقل رکھ کر دوسرے دوشاخوں سے یکے بعد دیگرے اسے ہمسُر کیا جاتا ہے، اس کے لئے تناؤ پیدا کرنے والی قوت کی مقداریں ہر صورت میں مناسب تبدیلی کرلی جاتی ہے۔

دوشاخے کا تعدد ع	تناؤ پیدا کرنے والی قوت ت	√ت	ع/√ت

کلیۂ سوم کی تصدیق کے لئے مختلف تراش عمودی کے تاروں کے ایک ہی طول کو تناؤ کی قیمت مستقل رکھ کر مختلف تعددوں کے دوشاخوں سے ہمسُر کیا جاتا ہے، اور ہر تار کے لئے کمیت فی اکائی طول کی قیمت دریافت کرلی جاتی ہے۔

دوشاخے کا تعدد ع	تار کے اکائی طول کی کمیت کہ	√کہ	ع × √کہ

نوٹ: تناؤ پیدا کرنے والی قوت کی قیمت تار کے آزاد سرے سے متعلق رہنے والی کمیت کو اسراع بہ وجہ جاذبۂ زمین ج سے ضرب دے کر معلوم کرنا چاہئے۔

تجربہ ۵۸۔ صوت پیما کے ذریعے دیے ہوئے دوشاخے کا تعددِ ارتعاش معلوم کرنا:۔

تار کا وہ کم سے کم طول معلوم کیا جاتا ہے جو دیے ہوئے دوشاخے کے ساتھ ہمسُر ہو۔

ہمسُر تار کا طول ل = ...
= .... } = ... سمر
= ....

تناؤ پیدا کرنے والی قوت ت = ... × .... = ... ڈائین

تار کی کمیت فی اکائی طول کہ = کُل تار کی کمیت / کُل تار کا طول = ... = ... گرام

∴ دوشاخے کا تعدد = 1 / ۲ × .... = ...

تجربہ ۴۹۔ صوت پیما کے ذریعے دیے ہوئے تار کے مادّے کی کثافت معلوم کرنا:۔

ایک معلوم تعدد کا دوشاخہ استعمال کرکے تار کا وہ کم سے کم طول معلوم کرلیا جاتا ہے جو اس دوشاخے کے ساتھ ہمسُر ہو اور خردہ پیما کے ذریعے تار کا نصف قطر معلوم کرلیا جاتا ہے۔

دوشاخے کا تعدد ع = ...

ہمسُر تار کا طول ل = ...
= .... } = ... سمر
= ....

تناؤ پیدا کرنے والی قوت = ... ڈائین

تار کا قطر = ...
= .... } = ... سمر؛ نصف قطر = ... سمر
= ....

ع = ۱ / ۲ ل ص √(ت / π ق ث) = ۱ / ۲ × .... × .... √(.......... / .... × ث)

∴ ث = ...
....
....

اگر تار کے مادّے کی کثافت بتلا دی جائے تو اس تجربے سے تار کا نصف قطر یا قطر معلوم کیا جا سکتا ہے۔ اس صورت میں خردہ پیما کے استعمال کی اجازت نہ ہوگی۔

تجربہ ۶۰۔ صوت پیما کے ذریعے دئے ہوئے وزن کی قیمت معلوم کرنا :۔

وزن کو تناؤ پیدا کرنے والی قوت کے طور پر استعمال کرکے تار کا وہ کم سے کم طول معلوم کیا جاتا ہے جو ایک معلوم تعدد کے دوشاخے کے ساتھ ہمسر ہو۔ خرد ہ پیما کے ذریعے تار کا قطر ناپ کر نصف قطر معلوم کرلیا جاتا ہے۔

تار کی کمیت فی اکائی طول = π ص² ث جہاں ص = نصف قطر، ث = کثافت

= .... × .... × .... = ... گرام

ہمسر تار کا طول = ...
= .... } = ... سمر
= ....

دوشاخے کا تعدد ع = ...

∴ .... = $\frac{1}{\ldots\ldots \times 2}$ $\sqrt{\frac{لا \times ج}{\ldots\ldots}}$ جہاں لا = نامعلوم وزن، ج = اسراع بہ وجہ جاذبہ زمین

یا لا = ...

= ....

= ....

=

تجربہ ۶۱۔ صوت پیما اور گمک نلی کے ذریعے ایک نامعلوم تعدد کا دوشاخہ استعمال کرکے ہوا میں رفتارِ آواز کی قیمت معلوم کرنا :۔

تجربہ ۵۸ کی طرح صوت پیما سے دوشاخے کا تعددِ ارتعاش معلوم کرلیا جاتا ہے، اور اس دوشاخے کو استعمال کرکے تجربہ ۵۶ کی طرح گمک نلی کے ذریعے رفتارِ آواز کی قیمت معلوم کرلی جاتی ہے۔

ہمسر تار کا طول = ... سمر

تناؤ پیدا کرنے والی قوت ت = ... ڈائین

تار کی کمیت فی اکائی طول کہ = $\frac{\text{تار کی کمیت}}{\text{کل تار کا طول}}$ = $\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots}$ = ... گرام

∴ دوشاخے کا تعدد ع = $\frac{1}{\ldots\ldots \times 2}$ $\sqrt{\frac{\ldots\ldots}{\ldots\ldots}}$ = ...

پہلا طول جس پر ہوا کا استوانہ دوشاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے = ل = ... سمر

دوسرا طول جس پر ہوا کا استوانہ دوشاخے کے ساتھ گمک دیتا ہے = لَ = ... سمر

نصف طول موج = $لَ - ل$ = ... سمر

تپش نت = ... درجہ مئی، کیلے = ۲ ع ($لَ - ل$) = ... سمر فی ثانیہ

∴ سکف = ...

تجربہ ۶۲۔ صوت پیما کے ذریعے دیئے ہوئے دو شاخوں کے تعددوں کا مقابلہ :۔

تناؤ کو مستقل رکھ کر یکے بعد دیگرے تار کے وہ کم سے کم طول معلوم کئے جاتے ہیں جو اِن دو شاخوں کے ساتھ ہمسُر ہوں۔

$ع_1$ تعدد کے دو شاخے کے ساتھ ہمسُر طول $ل_1$ = ... سمر، $ع_2$ تعدد کے دو شاخے کے ساتھ ہمسُر طول $ل_2$ = ... سمر

$$\frac{ع_1}{ع_2} = \frac{ل_2}{ل_1} = \frac{............}{............} = ...$$

تجربہ ۶۳۔ صوت پیما کے ذریعے دیئے ہوئے نامعلوم اوزان کا مقابلہ کرنا :۔

ان اوزان کو یکے بعد دیگرے تناؤ پیدا کرنے والی قوت کے طور پر استعمال کرکے تار کے وہ کم سے کم طول $ل_1$ اور $ل_2$ معلوم کئے جائیں جو کسی خاص دو شاخے کے ساتھ ہمسُر ہوں۔

$ل_1$ = ... سمر، $ل_2$ = ... سمر، $ل_1^2$ = ...، $ل_2^2$ = ...

اوزان کی باہمی نسبت $= \frac{ل_1^2}{ل_2^2} = \frac{............}{............} = ...$

تجربہ ۶۴۔ صوت پیما کے ذریعے دیئے ہوئے تاروں کی کثافتوں کا مقابلہ (جب کہ نصف قطر مستقل ہوں)۔

تناؤ پیدا کرنے والی قوت کو بدلے بغیر تاروں کو صوت پیما پر یکے بعد دیگرے تان کر ان کے وہ کم سے کم طول $ل_1$ اور $ل_2$ معلوم کئے جاتے ہیں جو کسی خاص دو شاخے کے ساتھ ہمسُر ہوں۔

$ل_1$ = ... سمر، $ل_2$ = ... سمر، $ل_1^2$ = ...، $ل_2^2$ = ...

تاروں کی کثافتوں کی باہمی نسبت $= \frac{ل_2^2}{ل_1^2} = \frac{............}{............} = ...$

تجربہ ۶۵۔ صوت پیما کے ذریعے دیئے ہوئے تاروں کے قطروں کا مقابلہ کرنا (جب کہ کثافتیں مستقل ہوں)۔

تاروں کو یکے بعد دیگرے ایک ہی تناؤ پیدا کرنے والی قوت سے تان کر وہ کم سے کم طول $ل_1$ اور $ل_2$ معلوم کئے جائیں، جو کسی خاص دو شاخے کے ساتھ ہمسُر ہوں :۔

$ل_1$ = ... سمر، $ل_2$ = ... سمر

$\frac{ل_2}{ل_1}$ = قطروں کی باہمی نسبت $= \frac{............}{............} = ...$

ضیاپیمائی

کسی مبداء نور کی طاقتِ تنویر سے نور کی وہ مقدار مراد ہے جو مبداء سے اکائی فصل پر رکھے ہوئے اکائی رقبے پر پڑے بشرطیکہ رقبہ مبداء سے خارج ہونے والی شعاعوں پر عمود وار واقع ہو۔

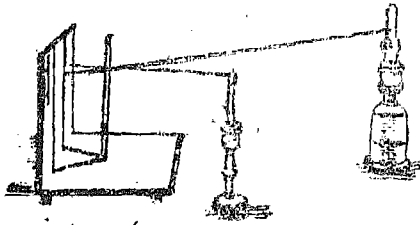
کسی مقام کی حدتِ تنویر سے نور کی وہ مقدار مراد ہے جو اُس مقام کے قرب وجوار کے اکائی رقبے پر پڑے اگر کسی مبداء کی طاقتِ تنویر ط ہو تو اس مبداء کے باعث مبداء سے ف فصل پر پیدا ہونے والی حدتِ تنویر $\frac{ط}{ف^2}$ کے برابر ہوتی ہے۔ یعنے حدتِ تنویر = $\frac{ط}{ف^2}$

تنویری طاقتوں کے مقابلے اور تخمین کے لئے معیاری بتی کی تنویری طاقت کو بطور اکائی کے استعمال کیا جاتا ہے معیاری بتی مچھلی کی چربی سے بنائی جاتی ہے اس کا قطر $\frac{7}{8}$ انچ اور وزن $\frac{1}{6}$ پونڈ ہوتا ہے اور جلنے کی شرح ۱۲۰ گرین فی ساعت ہے، عملی نقطۂ نظر سے یہ معیار ناقص ہے، اور مشور نار کا برقی چراغ تنویری طاقتوں کے مقابلے اور تخمین کے لئے بطور معیار کے بخوبی استعمال کیا جاسکتا ہے۔

جن آلات کے ذریعے حدتِ تنویر کی پیمائش کی جاتی ہے انھیں ضیاء پیما کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔

ہر ضیاء پیما اس قسم کا ہوتا ہے کہ مناسب ترتیب سے مختلف نور کے مبداؤں کے باعث کسی پردے پر یکساں تنویر پیدا کی جاسکتی ہے مساوی تنویر کی صورت میں پردے سے ایک مبداء کا فصل اگر ف۱ اور دوسرے کا ف۲ ہو اور ان کی تنویری طاقتیں ط۱ اور ط۲ ہوں تو $\frac{ط_1}{ط_2} = \frac{ف_1^2}{ف_2^2}$

رومفرڈ کا سایہ دار ضیاء پیما:-

شکل ۴۶

اس آلے کی صورت میں جیسا کہ شکل ۴۶ سے ظاہر ہے ایک غیر مجلا پردے کو نور کے مبداؤں کے سامنے قایم کرکے پردے کا اسی طرف سے معائنہ کرتے ہیں جدھر کہ نور کے مبداء واقع ہوں اور اس بات کا لحاظ رکھا جاتا ہے کہ پردے کی منور سطح کے ایک حصے کو ایک مبداء کا نور پہنچے اور دوسرے حصے کو دوسرے مبداء کا نور پہنچے اس مطلب کے لئے پردے کے سامنے ایک غیر مجلا سلاخ انتصاباً قایم کردی جاتی ہے تاکہ اس کا ایک مبداء کی روشنی میں جو سایہ بنتا ہو اُسے دوسرے مبداء کی روشنی میں بننے والے سائے کے ساتھ دیکھا جاسکے اہتمام اس امر کا رکھا جاتا ہے کہ دونوں سائے ایک دوسرے کے قریب واقع ہوں۔ نور کے مبداؤں کے فاصلوں کو گھٹا بڑھا کر اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ پردے پر بننے والے دونوں سائے

مساوی طور پر تاریک نظر آئیں، جب یہ صورتِ حال ہو تو $\frac{ط}{ف^۲} = \frac{ط'}{ف'^۲}$

تجربہ ۶۶۔ دیئے ہوئے معلوم بتی طاقت کے برقی چراغ کو استعمال کرکے نبسنی مشعل کی بتی طاقت معلوم کرنا:۔

مبداؤں کو اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ دونوں سائے مساوی طور پر تاریک نظر آئیں۔

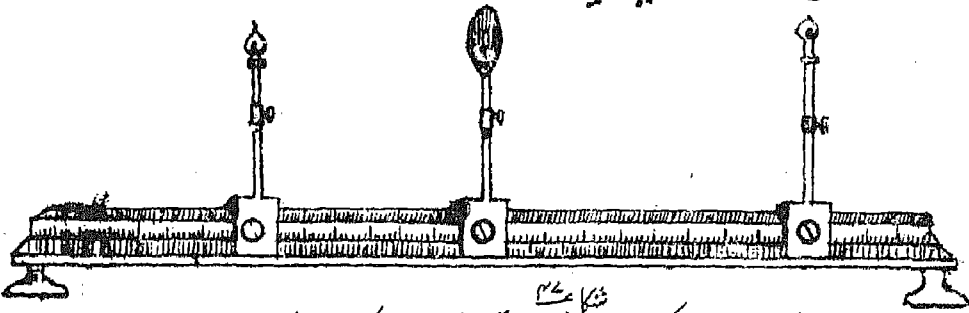
پردے سے برقی چراغ کا فاصلہ ف = ... سم، ف۲ = ...

پردے سے نبسنی مشعل کا فاصلہ ف' = ... سم، ف'۲ = ...

برقی چراغ کی بتی طاقت ط = ... مان لو کہ نبسنی مشعل کی بتی طاقت لا ہے تو

$لا = \frac{ط ف'^۲}{ف^۲} = ...$

بنسن کا داغدار ضیاء پیما:۔

شکل ۴۷

کاغذ کے ایک سفید مجلا ٹکڑے پر کے کچھ حصے پر موم یا اسی قسم کی کوئی اور چکنائی لگا کر نیم شفاف کر لیا جاتا ہے اس کے بعد اس کی ایک جانب معیاری مبداء نور رکھا جاتا ہے۔ اور دوسری جانب وہ مبداء نور رکھا جاتا ہے، جس کی تنویری طاقت دریافت کرنا ہے۔ یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ غیر مجلا حصہ واقع نور کو بالکلیہ منعکس کر دیتا ہے، اور نیم شفاف حصہ اس کی صرف ایک معین کسر کو اپنے میں سے گزرنے دیتا ہے۔

اگر پردے کی ایک جانب تنویر کی حدت $\frac{ط_۱}{ف_۱^۲}$ ہو اور دوسری جانب $\frac{ط_۲}{ف_۲^۲}$ ہو، اور ضیاء پیما کا داغدار حصہ دونوں طرف سے دیکھے جانے پر بقیہ حصے سے جدا تمیز نہ ہو سکے تو پردے کی ایک جانب کی حدتِ تنویر دوسری جانب کی حدتِ تنویر کے مساوی ہوگی، اور بنا برآں $\frac{ط_۱}{ط_۲} = \frac{ف_۱^۲}{ف_۲^۲}$

مبداؤں کے فاصلوں کو پردے کے ہر دو جانب اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ دونوں جانب سے پردے کا داغ اس کے بقیہ حصے سے الگ تمیز نہ ہو سکے لیکن چونکہ یہ معلوم کرنے میں اکثر دقت پیش آتی ہے اس لئے ایک دوسرا طریقۂ عمل اختیار کیا جاتا ہے، اور وہ یہ ہے کہ غیر معلوم طاقت کے مبداء کو پردے سے ایسے فاصلے پر ترتیب دیا جاتا ہے،

جس پر کہ معیاری مبداءِ نور کی طرف سے دیکھنے پر داغ اور پردے کے بقیہ حصے میں کچھ بھی فرق نظر نہ آئے، اور پھر پردے اور غیر معلوم طاقت کے مبداء کے درمیانی فصل ف کو ناپ لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد غیر معلوم طاقت کے مبداء کو ایسے فاصلے پر ترتیب دیا جاتا ہے کہ اُسی کی طرف سے دیکھنے پر پردے اور اس کے داغ میں کوئی فرق نہ معلوم ہو۔ اس وقت پردے اور غیر معلوم طاقت کے مبداء کے مابین جو فصل $ف_۲$ ہوتا ہے وہ بھی ناپ لیا جاتا ہے۔ اس امر کا خیال رکھا جاتا ہے کہ تجربے کے دوران میں معیاری مبداءِ نور اور پردے کے مقاماتِ غیر متبدل رہیں $\frac{ف_۱ + ف_۲}{۲}$ کو فَ کے مساوی لیا جاتا ہے۔ جہاں فَ سے مراد نامعلوم طاقت کے مبداء اور پردے کا درمیانی فصل ہے۔

تجربہ ۶۷۔ معلوم بتی طاقت کا برقی چراغ استعمال کر کے دئے ہوئے دوسرے برقی چراغ کی بتی طاقت معلوم کرنا:۔

پردے سے معلوم بتی طاقت کے چراغ کا فاصلہ = ... سمر، $فَ^۲$ = ...

نامعلوم طاقت کے مبداء اور پردے کا فصل $ف_۱$ = ... سمر، نامعلوم طاقت کے مبداء اور پردے کا فصل $ف_۲$ = ... سمر،

$\therefore فَ = \frac{ف_۱ + ف_۲}{۲} = \frac{............ + ...}{۲} =$ .... ، $فَ^۲$ = ...

معلوم بتی طاقت کے چراغ کی طاقتِ تنویر ط = ... ، مان لو کہ نامعلوم طاقت کے مبداء کی تنویری طاقت لا ہے تو

$لا = \frac{ط فَ^۲}{ف^۲}$ = ...

انعکاس نور

جب نور کی کوئی شعاع کسی مجلا سطح پر پڑتی ہے تو نور کا کچھ حصہ سطح سے یا تو گزر جاتا ہے یا اس میں جذب ہو جاتا ہے، اور مابقی نور منعکس ہو جاتا ہے۔ یہ وقت انعکاس نور دو کلیات کی پابندی کرتا ہے۔

(۱) شعاعِ واقع، نقطۂ وقوع پر کا عماد اور شعاعِ منعکس تینوں ایک ہی سطح میں ہوتے ہیں۔

(۲) زاویۂ وقوع، اور زاویۂ انعکاس ایک دوسرے کے مساوی ہوتے ہیں۔

تجربہ ۶۸۔ کلیات انعکاس کی عملی تصدیق:۔

نقشہ کشی کے تختے پر ایک سفید کاغذ جما کر اس پر ایک پتلا سا آئینہ انتصابی وضع میں قایم کرو اور سطح عاکس کے مقام کی تعین کے لئے کاغذ پر ایک خط اب بنا لو۔ آئینہ کے سامنے دو پنیں پ اور ق (شکل ۴۸ء) لگاؤ۔ آئینہ میں ان پنوں کے خیالوں کو دیکھ کر سر کو اس قدر ہٹاؤ کہ یہ خیال ایک ہی خطِ مستقیم میں دکھائی دینے لگیں۔ پھر دو اور پنیں ر، اور س (شکل ۴۸ء) اس طرح لگاؤ کہ پ اور ق کے خیال ان کے ساتھ ایک ہی سیدھ میں نظر آئیں۔ آنکھ کو ادھر ادھر حرکت دینے سے ایک دوسرے سے

شکل ۴۸

جدا ہوتے ہوئے نہ معلوم دیں پ، ق اور ر، س کو ملانے والے خطوط بناؤ، یہ خط ایک دوسرے سے سطح عاکس کے مقام کا تعین کرنے والے خط اب کے نقطۂ ل پر ملیں گے اب کے نقطۂ ل پر ایک عمود ن ل کھینچو تو پ ق ل شعاع واقع ر س ل شعاع منعکس اور ن ل نقطۂ وقوع پر کا عماد ہے۔

∠ ق ل ن = زاویہ وقوع اور ∠ س ل ن = زاویۂ انعکاس

ل کو مرکز مان کر کسی مناسب دوری پر ایک قوس کھینچو مان لو کہ یہ قوس واقع اور منعکس شعاع کو علی الترتیب نقاط م اور ک پر قطع کرتی ہے ک م کو ملاؤ اگر یہ خط ل ن کو نقطۂ ع پر قطع کرے تو زاویۂ وقوع کو زاویۂ انعکاس کے برابر ثابت کرنے کے لئے یہ ثابت کر دینا کافی ہے کہ ع م = ع ک اسی طرح زاویۂ وقوع کی قیمتیں بدل بدل کر کم سے کم پانچ چھ مشاہدات لو، اور ہر صورت میں ثابت کرو کہ ع م = ع ک جس کاغذ پہ شکلیں بناؤ اسے اپنی بیاض میں چسپاں کر لو۔

انعطافِ نور

دو واسطوں کی سطح تقاطع پر جب نور کی کوئی شعاع واقع ہوتی ہے تو نور کا کچھ حصہ پہلے واسطے سے دوسرے واسطے میں منتقل بھی ہو جاتا ہے بعض واسطوں کی صورت میں اس منتقل ہونے والے نور کی مقدار قلیل ہوتی ہے اور بعض کی صورت میں معتد بہ۔ منتقل ہونے والے نور کی مقدار زیادہ تر زاویۂ وقوع اور واسطے کی کثافت پر منحصر ہوتی ہے جب نور لطیف واسطے سے کثیف واسطے میں منتقل ہوتا ہے تو اس کا راستہ عمود کی طرف مائل ہو جاتا ہے، اور جب یہ کثیف سے لطیف واسطے میں منتقل ہوتا ہے نور راستہ عمود سے پرے ہٹ جاتا ہے۔ نور کے راستے میں یہ جو تغیر رونما ہوتا ہے اسی کو انعطافِ نور کہتے ہیں۔ انعطافِ نور بھی مثل انعکاس دو کلیات کی پابندی کرتا ہے۔

(۱) شعاع واقع نقطۂ وقوع پر کا عماد اور شعاع منعطف تینوں ایک ہی سطح میں ہوتے ہیں۔

(۲) کوئی دو خاص واسطوں کے لئے

$$\frac{\text{جیب زاویہ وقوع}}{\text{جیب زاویۂ انعطاف}} = \text{مستقل} = \text{انعطاف نما مسمہ}$$

تجربہ ۶۹۔ شیشے کے ایک کندے میں سے نور کا راستہ معلوم کر کے شیشے کا انعطاف نما معلوم کرنا:۔

نقشہ کشی کے کاغذ پر شیشے کا ایک کندہ ا ب ع ک رکھو اور اس کے اطراف پنسل سے کاغذ پر اس کا خاکہ بنالو، پھر پہلو ا ب کی طرف دو پنیں ج اور د لگاؤ ان پنوں کے درمیان کم سے کم دس سنٹی میٹر کا فصل ہونا چاہیئے، اور ان پنوں کو ملانے والا خط پہلو ا ب سے جو زاویہ بناتا ہو اس کی قیمت ۹۰ سے کم ہونا چاہیئے۔ متقابلہ پہلو ع ک کی طرف سے دیکھ کر دو اور پنیں ی اور ف اس طرح قایم کرو کہ یہ دونوں پنیں اور پہلی دونوں پنوں کے خیال ایک ہی خط میں نظر آئیں۔ آنکھ کو ادھر ادھر ہٹانے سے ایک دوسرے سے بالکل جدا ہوتے ہوئے نہ معلوم ہوں۔ ج د کو ملانے والا خط بناؤ، اور اسے ا ب کی طرف اتنا خارج کرو کہ وہ ا ب سے نقطہ پ پر ملے۔ اسی طرح ی ف کو ملانے والا خط بنا کر اسے ع ک کی طرف اس قدر خارج کرو کہ دہ ع ک سے نقطہ ق پر ملے ق پ کو ملاؤ تو س ج د پ ق ی ف ہوا اور کندہ میں نور کا راستہ ہوگا۔ پ پر عماد ن نَ بناؤ اور پ کو مرکز مان کر پ س کی دوری پر ایک دائرہ کھینچو، مان لو کہ یہ دائرہ نور کے راستے کو نقاط س اور ر پر قطع کرتا ہے۔ ان نقطوں سے ن نَ پر علی الترتیب عمود س ن اور ر نَ نکالو۔

شکل ۴۹

∠ س پ ن = ع = زاویۂ وقوع ؛ ∴ جب ∠ وقوع = س ن / پ س

∠ ر پ نَ = ط = زاویۂ انعطاف ∴ جب ∠ انعطاف = ر نَ / پ ر

لیکن پ س = پ ر لہذا انعطاف نما م (ہوا سے شیشے کا) = س ن / ر نَ

س ف اور ر ن کی قیمتیں معلوم کر کے ان کی باہمی نسبت کے ذریعے انعطاف نما کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔ زاویۂ وقوع کی قیمت بدل بدل کر اس قسم کے کم سے کم پانچ چھ مشاہدات لو جس کاغذ پر شکلیں اتارو اسے اپنی بیاض میں چسپاں کرلو۔

اسی طرح لاط اور لاَطَ کی باہمی نسبت کے ذریعے شیشے سے ہوا کا انعطاف نما معلوم کیا جا سکتا ہے جو $\frac{1}{مہ}$ کے مساوی ہوگا۔

مشاہدہ نمبر	س ن	سَ نَ	$مہ = \frac{س ن}{سَ نَ}$	لا ط	لاَ طَ	$مہ = \frac{لا ط}{لاَ طَ}$	مہ × مہ
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							

منشور

منشور کسی واسطۂ نور کے ایسے حصے کو کہتے ہیں جس کے کہ دو مسطح پہلو ہوں، اور یہ ایک دوسرے سے ایک خاص زاویہ بنائیں۔ زاویۂ منشور سے مراد اس کے مسطح پہلوؤں کا درمیانی زاویہ ہے۔

منشور کے کنارے سے وہ خط مراد ہے جس پر کہ اس کے مسطح پہلو ایک دوسرے کو قطع کریں۔ جب نور کی کوئی شعاع س پ کسی منشور کے ایک پہلو ا ب پر واقع ہوتی ہے تو بہ وقت اخراج وہ منشور کے قاعدے کی طرف مائل ہو جاتی یعنی شعاع کے منشور میں سے گزرنے کے باعث انحراف واقع ہوتا ہے کسی منشور کے باعث جو انحراف حمہ رونما ہوتا ہے، اس کی قیمت اور باتوں کے علاوہ زاویۂ وقوع س پ ن = عمہ کی مقدار پر بھی منحصر ہوتی ہے۔ زاویۂ وقوع کی ایک خاص قیمت کے لئے زاویۂ انحراف کی قیمت کم سے کم ہوتی ہے۔ انحراف کی کم سے کم قیمت کو اقل زاویۂ انحراف کہتے ہیں۔ اقل انحراف کی صورت میں زاویۂ وقوع عمہ زاویۂ خروج عمہ کے مساوی ہوتا ہے، اور اسی طرح طمہ، طمہ کے مساوی ہوتا ہے۔ اگر اقل زاویۂ انحراف کو حمہ، اور منشور کے انعطافی زاویہ کو ڈ کہا جائے تو یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ

$$منشور\ کے\ مادے\ کا\ انعطاف\ نما\ مہ = \frac{جب\ \frac{حمہ + ڈ}{۲}}{جب\ \frac{ڈ}{۲}}$$

تجربہ نمبر زاویہ وقوع، اور زاویہ انحراف میں تعلق بتانے والی ترسیم بناؤ، اور اس سے اقل زاویہ انحراف کی قیمت معلوم کرکے منشور کے مادّے کا انعطاف نما معلوم کرو: —

ایک کاغذ کو نقشہ کشی کے تختے پہ جماکر منشور کو اس پر رکھو، اور منشور کے گرد پنسل سے نشان بناکر منشور کے قاعدے کا خاکہ اُتار لو۔ اس کے بعد شکل ۵۰ کی طرح منشور کے کسی ایک پہلو اب کے بالکل متصل ایک پن پ قایم کرو اور اس سے تقریباً دس سنٹی میٹر کی دوری پر ایک دوسری پن س لگاؤ۔ منشور کے دوسرے پہلو اج کی طرف آنکھ کو رکھ کر ان دونوں پنوں کے خیالوں کو تلاش کرو، اور جب آنکھ ان پنوں کے خیالوں کی سیدھ میں آجائے تو دو اور پنیں ت اور ٹ اس طرح لگاؤ کہ یہ دونوں اور پہلی دونوں پنوں کے خیال بالکل ایک ہی سیدھ میں نظر آئیں۔ آنکھ کو اِدھر اُدھر ہٹانے سے ایک دوسرے سے جُدا ہوتے ہوئے نہ معلوم ہوں۔ اس کے بعد منشور کو ہٹاکر س پ اور ٹ ت کو ملاؤ، اور ان دونوں کو اتنا خارج کرو کہ یہ ایک دوسرے سے نقطۂ ک پر ملیں، س ک کو گ تک خارج کرو، تو زاویہ ت ک گ زاویۂ انحراف ہوگا۔ اگر س ک منشور کے پہلو اب سے نقطۂ پ پر ملتا ہو تو پ پر ایک عمود ن پ ل نکالو زاویہ، س پ ن زاویۂ وقوع ہوگا۔ اسی طرح زاویۂ وقوع کی مختلف قیمتوں کے لئے زاویۂ انحراف کی قیمتیں معلوم کرو، اور زاویۂ وقوع کو معین، اور زاویۂ انحراف کو فصلے مان کر ترسیم بناؤ۔

زاویۂ وقوع ع	زاویۂ انحراف ح

ترسیم سے اقل زاویۂ انحراف = ...

منشور کا انعطافی زاویہ ی = ...

یہ منشور کے مادّے کا انعطاف نما م = ...

....

....

....

اگر منشور کھوکھلا ہو تو اُسے کسی مائع سے بھر کر اسی طریقے سے مائع کا انعطاف نما معلوم کیا جا سکتا ہے۔

تجربہ ۱۷۔ پنوں کی مدد سے دئے ہوئے منشور کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرنا:۔

نقشہ کشی کے تختے پر ایک کاغذ کو جما کر اس پر منشور رکھو، اور تجربہ ۱۶ کی طرح اس کے کسی ایک پہلو ل ب کی طرف دو پنیں پ، اور س لگاؤ۔ پ منشور کے پہلو کو بالکل چھوتی رہے۔ آنکھ کو منشور کے دوسرے پہلو ل ج کی طرف (شکل ۵۶) رکھ کر ان پنوں کے خیالوں کو دیکھو، اور جب آنکھ ان کے خیالوں کی سیدھ میں آجائے تو منشور کو پ کے گرد اس طرف آہستہ آہستہ گھماؤ جس طرف گھمانے سے زاویۂ انحراف کی قیمت کم ہوتی ہو، اور ساتھ ہی ساتھ آنکھ کو بھی ہٹاتے رہو، تاکہ س اور پ کے خیال ایک ہی سیدھ میں نظر آتے رہیں۔ ایک ایسا موقع ضرور آئے گا جس پر کہ اگر منشور کو اور گھمایا جائے تو زاویۂ انحراف کی قیمت کم ہونے کے بجائے بڑھنا شروع ہو جائے گی۔ جب یہ موقع آجائے تو آنکھ کی طرف دو اور پنیں ت اور ث اس طرح لگاؤ کہ یہ پنیں اور پہلی دو پنوں کے خیال ایک ہی سیدھ میں نظر آئیں۔ پنسل کی مدد سے منشور کے قاعدے کا خاکہ اتار کر منشور کو ہٹا لو، اور س پ، اور ت ث کو ملا کر اس قدر خارج کرو کہ وہ دونوں ایک دوسرے سے نقطۂ ک پر ملیں۔ س ک کو گ تک خارج کرو۔ زاویۂ ت ک گ اقل زاویۂ انحراف ہوگا۔ اس تجربے کو کم سے کم تین مرتبہ دہراؤ، اور اقل زاویۂ انحراف کی اوسط قیمت معلوم کرو۔

اقل زاویۂ انحراف = ...

.... = ح = { .... / .... / ....

منشور کا انعطافی زاویہ ل = ...

∴ منشور کے مادے کا انعطاف نما = ...

....

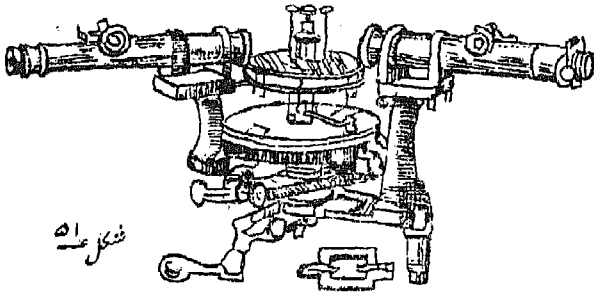
....

....

....

نوٹ:۔ اگر منشور کھوکھلا ہو تو اسے کسی مائع سے بھر کر اسی طرح مائع کا انعطاف نما معلوم کیا جا سکتا ہے۔

۹۷
طیف پیما

کسی منشور کے انعطاف نما کی تعین کے لئے منشور کا انعطافی زاویہ اور اقل زاویۂ انحراف بہت صحت کے ساتھ ناپے جانے چاہئیں۔ اس غرض کے لئے ایک خاص آلہ اختراع ہوا ہے جسے طیف پیما کہتے ہیں۔

طیف پیما شکل ۵۱ کے ضروری اجزا حسب ذیل ہیں:-

(۱) توازی گر جس سے شعاعیں متوازی بنائی جاتی ہیں۔

(۲) منشور شعاعوں کو منتشر منحرف یا منعطف کرنے کے لئے منشور ایک گردش پذیر میز پر قایم کیا جاتا ہے۔

شکل ۵۱

۳ دوربین جس سے طیف یا منعطف شعاع کا معائنہ کیا جاتا ہے۔ ان ضروری اجزا کے علاوہ ایک درجہ دار دائرہ بھی ہوتا ہے جس پر دو کسر پیما حرکت کرتے ہیں۔ ان کے ذریعے منشور اور دوربین کے محل اور ان کی وضعوں کی تعین کی جاتی ہے۔

شکل ۵۲

توازی گر،

ایک نلی ہوتی ہے جس کے ایک سرے پر ایک تنگ جھری مناسب پیچ کے ذریعے ترتیب دی جا سکتی ہے، نلی کے دوسرے سرے پر لونی ضلالت سے پاک ایک عدسہ ع ہوتا ہے جس نور کا معائنہ کرنا مقصود ہو اس کے مبدا سے جھری کو منور کیا جاتا ہے۔ اکثر تجربوں کے لئے [illegible] گیسی مشعل میں نمک طعام کے محلول میں ڈوبے ہوئے آسبسطوس کے ریشے پکڑنے سے جو زرد رنگ کا شعلہ پیدا ہوتا ہے کافی ہے کیوں کہ یہ نور تقریباً ایک لونی نور ہوتا ہے۔ جھری اور عدسے ع کا درمیانی فاصلہ کم و بیش کیا جا سکتا ہے اور اس طرح جھری کو ٹھیک عدسے ع کے ماسکہ پر رکھ کر عدسے میں سے متوازی پنسل کے اخراج کا انتظام کیا جا سکتا ہے۔

منشور ا ب ج ایک ایسی دائروی میز پر رکھا جاتا ہے جو ایک انتصابی محور پر گردش کرسکتا ہے۔ میز کو ایک پیچ کے ذریعے حسب منشا جکڑ دیا جا سکتا ہے۔ بعض آلوں میں ایک مماسی پیچ بھی ہوتا ہے تاکہ میز کو آہستہ آہستہ حرکت دی جاسکے۔

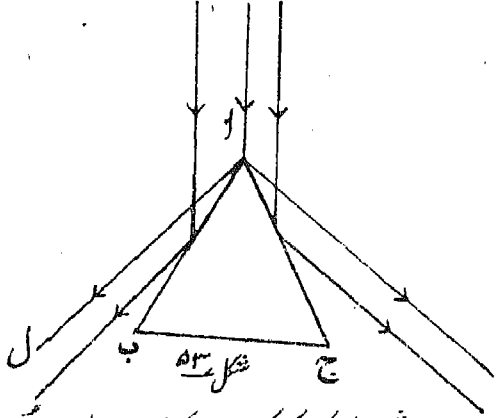
متوازی شعاعوں کی پنسل منشور سے نکل کر دوربین کے دہانے ع میں داخل ہوتی ہے اور پھر اس کے ماسکۂ اصلی پر مجتمع ہو جاتی ہے جس سے جھری کا حقیقی خیال عدسۂ ع کی ماسکی مستوی میں تیار ہوتا ہے۔ مرکب چشمے ھ کے پاس جب آنکھ رکھی جاتی ہے تو اس حقیقی خیال کا مجازی اور بڑا خیال نظر آتا ہے۔ یہ عدسہ ع اور مرکب چشمہ ھ ایک نلی کے سروں پر لگے ہوئے ہوتے ہیں، یہی نلی آلے کی دوربین ہوتی ہے جس انتصابی محور کے گرد منشور کی میز کو گردش دی جاسکتی ہے، دوربین بھی اسی کے گرد گھومتی ہے، اور دوربین کے ساتھ بھی ایک ایسا پیچ ہوتا ہے جس کے ذریعے اسے حسب منشا جہاں چاہیں جکڑا جا سکتا ہے۔ اکثر آلوں میں دوربین کے ساتھ ایک مماسی پیچ بھی ہوتا ہے جس کے ذریعے دوربین کو آہستہ آہستہ حرکت دی جا سکتی ہے۔

طیف پیما کی ترتیب

دوربین۔ عدسہ میدان سے ایک معین چھوٹے فاصلے پر رکھے ہوئے شخص کا بڑا خیال بنانے کی غرض سے دوربین کا چشمہ استعمال کیا جاتا ہے، اور چشمے کو دوربین کی نلی میں آگے پیچھے ہٹایا جاسکتا ہے۔ دوربین کا منھ کسی منور دیوار کی طرف کرکے چشمے کو نلی میں حسب ضرورت اس وقت تک آگے پیچھے ہٹایا جاتا ہے جب تک متقاطع تار واضح اور صاف نظر نہ آنے لگیں۔ اس کے بعد دوربین کو، متوازی شعاعوں کو ماسکہ پر لانے کے لئے ترتیب دیا جاتا ہے، یعنے عدسۂ شخص یا دہانے سے متقاطع تاروں کا فاصلہ اس کے ماسکی طول کے مساوی کیا جاتا ہے۔ اس کی سہل ترین تدبیر یہ ہے کہ دوربین ایک بہت دور کے شخص کو دیکھنے کے لئے ماسکہ پر لائی جائے، یعنے دوربین کو اس طرح ترتیب دیا جائے کہ کافی دوری پر واقع کسی شخص مثلاً بجلی کے تار کے کھمبے کا خیال دوربین میں نہایت صاف اور واضح نظر آئے، اور خیال متقاطع تاروں میں سے انتصابی تار پر منطبق دکھائی دے۔ آنکھ کو چشمے کے مقابل میں ایک طرف سے دوسری طرف حرکت دینے پر خیال اور انتصابی تار ایک دوسرے سے جدا ہوتے ہوئے نہ معلوم ہوں۔

توازی گر۔ جھری کو سوڈیم کے نور سے منور کرکے دوربین کو اس قدر پھیرا جائے کہ دوربین کا محور توازی گر کے محور کی سیدھ میں آجائے، اور چشمے پر آنکھ رکھنے سے جھری کا زرد رنگ کا خیال دکھائی دینے لگے۔ ابتداءً جھری کے کناروں کی وضاحت ٹھیک نہ ہوگی، اور توازی گر کو ماسکہ پر لانا ہوگا۔ اس لئے توازی گر کے عدسے ع اور جھری کا درمیانی فاصلہ اس طرح مرتب کیا جاتا ہے کہ جھری کے کنارے صاف اور واضح نظر آئیں۔

طیف پیما سے کسی منشور کے انعطافی زاوئے کی تخمین

جھری کو کافی کھول دیا جاتا ہے تاکہ توازی گر میں سے نور اچھی خاصی مقدار میں گزرے۔ منشور کو میز پر میز کے ٹھیک وسط میں جما کر اس کا جو زاویہ ناپنا مقصود ہو اس کو توازی گر کے عدسے کی طرف پھیر دیا جاتا ہے۔ اس طرح پر کہ منشور کا کنارہ توازی گر کے محور پر عمود بن جائے۔ اس صورت میں توازی گر کے عدسے میں سے متوازی شعاعیں نکل کر منشور کے پہلوؤں ا ب اور ا ج (شکل ۵۳) سے ٹکرائیں گی اور ہر پہلو سے کچھ نہ کچھ نور منعکس ہوگا۔ یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ ∠ ل ا ف = ۲ ∠ ب ا ج۔ آنکھ کو منشور کے کسی ایک پہلو مثلاً ا ب کی طرف رکھ کر دیکھنے سے اس پہلو سے منعکس ہو کر آنے والی پنسل کی سمت معلوم کی جا سکتی ہے۔ جس موقع پر آنکھ کو اس صورت میں جھری کا خیال نظر آ رہا ہو اس موقع پر دوربین کو لے آؤ، اور چشمے پر آنکھ رکھ کر دوربین کو خفیف سا ادھر ادھر ہٹا کر جھری کے خیال کا معائنہ کرو۔ جب جھری کا خیال دکھائی دینے لگے تو جھری کو تنگ بناؤ، اور دوربین کو اس کے متعلقہ پیچ کے ذریعے جکڑ دو۔ پھر مماسی پیچ کے ذریعے آہستہ آہستہ حرکت دے کر جھری کے خیال کو متقاطع تاروں میں سے انتصابی تار پر منطبق کرو۔ میز کے کسر پیماؤں کے ذریعے دوربین کا محل پڑھ کر قلمبند کر لو۔ میز یا منشور کو ان کی وضعوں میں برقرار رکھ کر اسی طرح دوربین سے پہلو ا ج سے منعکس ہونے والی پنسل کا معائنہ کرو، اور مکرر دوربین کا محل پڑھ کر قلمبند کر لو۔ ان مفروضوں سے ∠ ل ا ف کی قیمت معلوم ہو جائے گی۔ اس کا نصف منشور کا انعطافی زاویہ ا ہوگا۔

شکل ۵۳

بعض اوقات منعکس خیال آنکھ کو صاف دکھائی دیتے ہیں لیکن دوربین کو آنکھ کے مقام پر لانے سے دوربین میں دکھائی نہیں دیتے، اس کی وجہ طیف پیما کی میز کا مسطح نہ ہونا ہے۔ اگر اس کو ٹھیک مسطح نہ کیا جائے تو منعکس خیال کی پنسل یا تو اوپر کی طرف چلی جاتی ہے، یا نیچے کی طرف یعنے دوربین کی نلی کے بازوؤں سے ٹکرا جاتی ہے اس کے محور کے متوازی نہیں جاتی۔ ان صورتوں میں خالی آنکھ سے خیال پر نگاہ رکھ کر جب دوربین کو آنکھ کی جگہ لایا جاتا ہے تو اس کا چشمہ آنکھ کی مستوی میں واقع نہیں ہوتا۔ بنا برآں میز کو اس کے متعلقہ پیچوں کے ذریعے مسطح کرنا ضروری ہوتا ہے، تاکہ خالی آنکھ سے منعکس خیالوں کو جب دیکھا جائے تو آنکھ دوربین کے چشمے کی مستوی میں ہو، میز کے

منشور کو حسب ضرورت گھما کر میز کی سطح کو اس انداز سے ٹھیک کرنا چاہیئے کہ جھری کا خیال منشور کے دونوں پہلوؤں کے انعکاس سے دوربین کے میدان نظر میں ٹھیک ایسی جگہ واقع ہو جہاں کہ منشور کی عدم موجودگی میں دوربین کو توازی گر کی سیدھ میں رکھ کر دیکھنے سے نظر آتا ہے۔

منشور کا انعطافی زاویہ ایک دوسرے طریقے سے بھی معلوم کیا جا سکتا ہے:-

منشور کو میز کے وسط میں جما کر دوربین کو اس طرح ترتیب دو کہ منشور کے ایک پہلو سے منعکس ہونے والے نور سے بننے والا جھری کا خیال انتصابی تار پر منطبق نظر آئے، اور آلے کے متعلقہ پیمانے اور کسر پیماؤں کی مدد سے میز کا محل پڑھ کر قلمبند کر لو، اس کے بعد دوربین کے مقام کو بدلے بغیر میز کو اس قدر گھماؤ کہ منشور کا دوسرا شفاف پہلو سطح عاکس بن جائے، اور جھری کا منعکس خیال پھر انتصابی تار پر منطبق نظر آئے۔ پیمانے اور کسر پیماؤں کی مدد سے مکرر میز کا محل پڑھ کر قلمبند کر لو۔ اس طرح یہ معلوم ہو جائے گا کہ میز کو کتنے درجے گھمانا پڑا، ۱۸۰ میں سے اگر درجوں کی اس تعداد کو تفریق کر دیا جائے تو حاصل تفریق منشور کے انعطافی زاویہ ا کی قیمت ہوگی۔

طیف پیما کے ذریعے اقل زاویہ انحراف کی تخمین

منشور کے پہلو اب کو اس طرح ترتیب دو کہ توازی گر کے عدسے ع سے خارج ہونے والا نور اس پر تقریباً ۳۰° کا زاویہ بناتا ہوا واقع ہو، اور دوربین کو منشور کے دوسرے پہلو اج کی طرف رکھ کر جھری کے منعطف خیال کو چشمے میں سے دیکھو، بعد ازآں منشور اور دوربین کو ایک ہی جانب حرکت دو حتیٰ کہ ایک ایسا مقام آ جائے جس کے آگے کہ منشور کو خواہ کتنا ہی متحرک کیا جائے منعطف شعاع منشور کی حرکت کی سمت میں نہ جائے۔ بلکہ جس طرف سے آئے اسی طرف لوٹ جائے، اس مقام کو اچھی طرح سے مشخص کر کے دوربین کو اس طرح ترتیب دو کہ جس وقت جھری کا انعطاف کے باعث بننے والا خیال عین اس موقع پر ہو اس وقت وہ انتصابی تار پر منطبق ہو دوربین کے مقام کو پیمانے اور کسر پیماؤں کی مدد سے پڑھ کر قلمبند کر لو، اور میز کو حرکت دیئے بغیر منشور کو آہستہ میز پر سے ہٹا کر دوربین کو توازی گر کی سیدھ میں لے آؤ، تاکہ جھری کا خیال دوربین سے راست طور پر دیکھا جا سکے، خیال کو انتصابی تار پر منطبق کر کے پھر دوربین کا مقام پیمانے اور کسر پیماؤں کی مدد سے پڑھ کر قلمبند کر لو۔ دوربین کے اول الذکر اور آخر الذکر مقاموں کے مابین جو زاویہ بنتا ہے وہی زاویہ اقل انحراف ہے۔

تجربہ ۲۷۔ طیف پیما کے ذریعے دیے ہوئے منشور کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرو:۔
انعطافی زاویہ ا کی تخمین دو طریقوں سے کی جائے۔
منشور کے انعطافی زاویہ ا کی تخمین:۔

پہلا طریقہ:۔	داہنی طرف کے کسر پیما کا مقروءہ	بائیں طرف کے کسر پیما کا مقروءہ
داہنی طرف کے پہلو سے منعکس ہونے والے خیال کا محل	....	....
بائیں طرف کے پہلو سے منعکس ہونے والے خیال کا محل	....	....
فرق	....	....
اوسط	....	....

∴ منشور کا انعطافی زاویہ ا = $\frac{\dots\dots}{2}$ = ...

دوسرا طریقہ:۔	داہنی طرف کے کسر پیما کا مقروءہ	بائیں طرف کے کسر پیما کا مقروءہ
داہنی طرف کے پہلو سے منعکس خیال کا مشاہدہ کرنے کی صورت میں میز کا محل	....	....
بائیں طرف کے پہلو سے منعکس خیال کا مشاہدہ کرنے کی صورت میں میز کا محل	....	....
فرق	....	....
اوسط	....	....

منشور کا انعطافی زاویہ ا = 180° – (..........) = ...

اقل زاویہ انحراف کی تخمین:۔	داہنی طرف کے کسر پیما کا مقروءہ	بائیں طرف کے کسر پیما کا مقروءہ
اقل انحراف کی صورت میں خیال کا محل	....	....
دوربین کے توازی گر کی سیدھ میں ہونے کی صورت میں دوربین کا محل	....	....
فرق	....	....
اوسط	....	....

اقل زاویۂ انحراف ح = ...

$\frac{حہ + ا}{۲}$ = ... = ...

جب $\left(\frac{حہ + ا}{۲}\right)$ = ... ، جب $\frac{ا}{۲}$ = ...

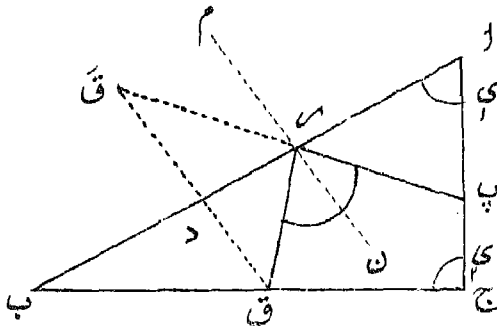
∴ مہ = ...

نوٹ = اگر منشور کھوکھلا ہو تو اسے کسی مائع سے بھر کر اسی طریقے سے مائع کا انعطاف نما معلوم کیا جا سکتا ہے۔

انعکاسِ کلی

جب کثیف واسطوں سے نور لطیف واسطوں میں منتقل ہوتا ہے تو شعاعِ نور عمود سے پرے ہٹ جاتی ہے۔ شعاع کا یہ پرے ہٹنا زاویۂ وقوع پر منحصر ہوتا ہے، لہذا یہ ضروری ہے کہ کسی خاص زاویۂ وقوع کے لئے شعاع منعطف عمود سے اس قدر پرے ہٹے کہ وہ سطح فاصل کو عین مس کرتی ہوئی گزر جائے۔ اس زاویۂ وقوع کو زاویۂ فاصل کہتے ہیں۔ زاویۂ فاصل سے بڑے زاویہ پر اگر شعاع واقع ہو تو ظاہر ہے کہ انعطاف مطلق نہ ہوگا۔ اس لئے انعکاس کلی رونما ہوگا۔ زاویۂ فاصل کی جو تعریف اوپر بیان کی گئی ہے اس کو اگر انعطاف نما کے مفہوم کے ساتھ ملا کر دیکھا جائے تو یہ امر واضح ہوتا ہے کہ $\frac{\text{جب زاویۂ فاصل}}{\text{جب ۹۰}}$ = مہَ = $\frac{۱}{مہ}$

یا جب زاویۂ فاصل = $\frac{۱}{مہ}$ = مہَ   کیونکہ جب ۹۰ = ۱

تجربہ ۳۷ ۔ دیے ہوئے شیشے کے منشور کے لئے زاویۂ فاصل کی قیمت معلوم کرکے منشور کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرنا۔

ایک منشور کو نقشہ کشی کے کاغذ پر انتصابی وضع میں رکھ کر اس کے گرد پنسل سے نشان ا ب ج بناؤ اور ایک پن ق منشور کے پہلو ب ج کے متصل انتصابی وضع میں قایم کرو۔ اس پن کے منعکس خیال قَ کو منشور کے پہلو ا ج کی طرف سے دیکھو اور آنکھ کو ج سے ا کی طرف متحرک کرو، ساتھ ہی ساتھ ایک دوسری پن پ کو پہلو ا ج کے بالکل قریب رکھ کر ج سے ا کی طرف اس طرح

شکل ۵۴

ہٹاتے جاؤ کہ پ اور قَ ایک ہی سیدھ میں دکھائی دیتے رہیں، حتیٰ کہ وہ موقع آ جائے جس پر کہ قَ تقریباً غائب ہو جائے، اس موقع پر پن پ کو پہلو اج کے متصل لگا دو منشور کو اس کے بعد کاغذ پر سے اٹھا لو۔ پہلو اب پر عمود ق د نکالو اور اسے قَ تک خارج کرو۔ دقَ کو دق کے مساوی بناؤ قَ پ کو ملاؤ قَ پ جس نقطے س پر اب کو قطع کرے اسے ق سے ملا دو تو ق س شعاع واقع ا ور س پ شعاع منعکس ہوگی نقطہ س پر عماد م س ن بناؤ۔ ظاہر ہے کہ

زاویہ وقوع ق س ن = زاویۂ انعکاس ن س پ = زاویہ فاصل

تجربے کو اسی طرح کم از کم تین مرتبہ دُہراؤ اور زاویۂ فاصل کی اوسط قیمت معلوم کرکے اس کے جیب کے مقلوب سے انعطاف نما کی قیمت حاصل کرلو جس کاغذ پر شکلیں اُتاری جائیں اُسے بیاض میں چسپاں کر لیا جائے۔

اگر ی پ کے قرب وجوار میں آنکھ رکھ کر ق کے خیال قَ کا معائنہ کیا جائے تو ایک مدھم خیال نظر آئے گا۔ کیوں کہ نور کا بیشتر حصہ اس صورت میں پہلو اب کی طرف شیشے سے ہوا میں منتقل ہو رہا ہوگا۔ برخلاف اس کے جب آنکھ کو ی کے قرب وجوار میں رکھ کر ق کے منعکس خیال قَ کا معائنہ کیا جائے گا، تو خیال نہایت واضح اور صاف نظر آئے گا۔ کیوں کہ اس صورت میں پہلو اب کی طرف شیشے سے ہوا میں منتقل ہونے والے نور کی مقدار صفر ہوگی۔

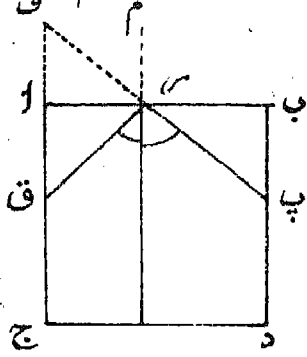
زاویۂ فاصل = ...
= .... = ...
= ....
جب زاویۂ فاصل = ...

منشور کے مادّے کا انعطاف نما، = ... = $\dfrac{1}{\text{جب زاویۂ فاصل}}$

اگر منشور کھوکھلا ہو تو اُسے کسی مائع سے بھر کر اسی طرح مائع کا انعطاف نما معلوم کیا جا سکتا ہے۔ مائعات کا انعطاف نما دریافت کرنے کے لئے عام طور پر شیشے کا ایک کھوکھلا مکعب استعمال کیا جا سکتا ہے۔

تجربہ ۴۷۔ شیشے کا ایک کھوکھلا مکعب استعمال کرکے انعکاس کلی کے ذریعے دئے ہوئے مائع کا انعطاف معلوم کرنا۔

شکل ۵۵

شیشے کے ایک کھوکھلے مکعب ا ب د ج میں دیا ہوا مائع ڈال کر اسے نقشہ کشی کے کاغذ پر رکھو اور اس کے پہلو ا ج کے متصل کوئی ایک پن ق لگا دو اور پہلو ب د کی طرف آنکھ رکھ کر ق کے منعکس خیال ق کو دیکھ کر ایک اور پن پ پہلو ب د کے متصل اس جگہ لگا دو جس جگہ کہ ق کا منعکس خیال ق تقریباً غائب ہوتا ہوا نظر آئے، اس تجربے کو کم سے کم تین مرتبہ دُہراؤ، اور اوسط زاویۂ فاصل کی قیمت تجربہ ۴۳ کی طرح معلوم کرو۔

زاویۂ فاصل = ...
= ....
= ....

مائع کا انعطاف نما = ... = $\frac{1}{\text{جب زاویۂ فاصل}}$

ظاہری اور اصلی موٹائی معلوم کرکے انعطاف نما کی قیمت معلوم کرنا:۔

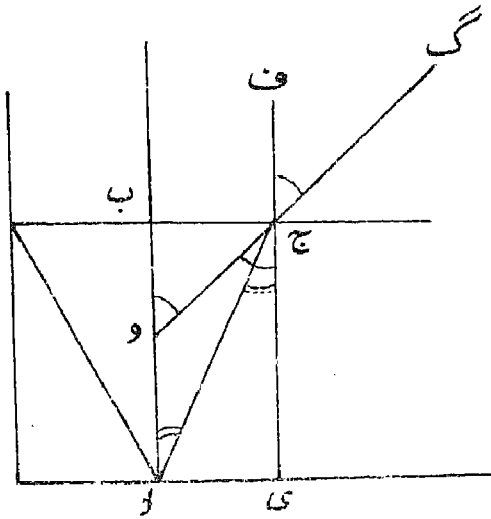
فرض کرو کہ ا ایک چھوٹی سی شئے ہے جو کسی شیشے کے کندے کے نیچے رکھی ہوئی ہے، آنکھ اگر انتصاباً اس کندے میں سے دیکھے تو شئے مقام و پر نظر آئے گی، یعنے اُس نقطے پر جہاں کہ شیشے سے خارج ہونے والی شعاعوں کا تقاطع ہوتا ہے شکل ۵۶ سے ظاہر ہے کہ

∠ ف ج گ = ∠ ب و ج

اور ∠ ا ج ی = ∠ ج ا و

انعطاف نما = $\frac{\text{جب ∠ ف ج گ}}{\text{جب ∠ ا ج ی}} = \frac{\text{جب ∠ ب و ج}}{\text{جب ∠ ج ا و}}$

$= \frac{\text{ب ج}}{\text{ج و}} \times \frac{\text{ج ا}}{\text{ب ج}} = \frac{\text{ج ا}}{\text{ج و}}$

شکل ۵۶

لیکن آنکھ میں صرف وہی شعاعیں داخل ہوتی ہیں جو کہ خطِ نظر ب آ کے قرب وجوار میں واقع ہوں۔ اس لئے تقریبی طور پر آ ج کو آ ب کے اور و ج کو و ب کے برابر تصور کیا جا سکتا ہے۔ آ ب ظاہر ہے کہ شیشے کے کندے کی اصلی موٹائی ہے اور و ب اس کندے کی ظاہری موٹائی ہے۔ اس لئے

انعطاف نما = حقیقی موٹائی / ظاہری موٹائی

تجربہ ۵۵۔ خردبین کی مدد سے دیئے ہوئے شیشے کے کندے کے مادہ کا انعطاف نما معلوم کرنا:—

میز کے کسی مقام پر ایک چھوٹا سا نشان بنا کر خردبین کو اس طرح مرتب کیا جاتا ہے کہ متقاطع تاروں کا نقطۂ تقاطع اس نشان پر منطبق نظر آئے۔ اور یہ نشان خردبین کے چشمے پر آنکھ رکھ کر دیکھنے سے نہایت صاف اور واضح نظر آئے۔ اس وقت خردبین کا انتصابی محل پڑھ کر قلمبند کر لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد شیشے کا ایک کندہ اس نشان پر رکھا جاتا ہے۔ اور خردبین کو حسب طریقۂ مندرجہ بالا مرتب کر کے پھر خردبین کا موجودہ مقام انتصابی پیمانے پر پڑھ کر قلمبند کر لیا جاتا ہے بعد ازآں کندے کی بالائی سطح پر کوئی نشان بنا کر اس نشان کو خردبین کے منظر میں حسب طریقۂ مندرجہ بالا لا کر خردبین کے اس تیسرے انتصابی مقام کا مفروضہ بھی لے لیا جاتا ہے۔

خردبین کا پہلا مفروضہ = ب۱ = (۱) .... (۲) .... (۳) ....

خردبین کا دوسرا مفروضہ = ب۲ = (۱) .... (۲) .... (۳) ....

خردبین کا تیسرا مفروضہ = ب۳ = (۱) .... (۲) .... (۳) ....

کندے کی اصلی موٹائی = ب۳ − ب۱ = (۱) .... (۲) .... (۳) ....

کندے کی ظاہری موٹائی = ب۳ − ب۲ = (۱) .... (۲) .... (۳) ....

∴ انعطاف نما = (ب۳ − ب۱) / (ب۳ − ب۲) = (۱) .... (۲) .... (۳) ....

تجربہ ۵۶۔ خردبین کے ذریعے دیئے ہوئے مائع کا انعطاف نما معلوم کرنا:—

پہلے خالی برتن کے پیندے پر اندر کی طرف کوئی نشان کر کے تجربہ ۵۵ کی طرح خردبین کے منظر میں لا کر خردبین کا پہلا مفروضہ ب۱ حاصل کیا جاتا ہے۔ پھر برتن میں مائع ڈال کر اس نشان کو مکرر منظر میں لا کر خردبین کا دوسرا مفروضہ ب۲ حاصل کیا جاتا ہے۔ بعد ازآں مائع کی سطح پر کوئی ایسا سفوف چھڑکا جاتا ہے جو نہ تو مائع میں حل ہوتا ہو نہ ڈوبتا ہو۔ اور اس سفوف کو خردبین کے منظر میں لا کر خردبین کا تیسرا مفروضہ ب۳ حاصل کر لیا جاتا ہے۔

خردبین کا پہلا مقرورہ = $ب_{۱}$ = (۱) .... (۲)' .... (۳)' ....

خردبین کا دوسرا مقرورہ = $ب_{۲}$ = (۱) .... (۲)' .... (۳)' ....

خردبین کا تیسرا مقرورہ = $ب_{۳}$ = (۱) .... (۲)' .... (۳)' ....

کندے کی اصلی موٹائی = $ب_{۳} - ب_{۱}$ = (۱) .... (۲)' .... (۳)' ....

کندے کی ظاہری موٹائی = $ب_{۳} - ب_{۲}$ = (۱) .... (۲)' .... (۳)' ....

∴ انعطاف نما = $\frac{ب_{۳} - ب_{۱}}{ب_{۳} - ب_{۲}}$ = (۱) .... (۲)' .... (۳)' ....

کروی آئینے اور عدسے

کروی آئینے سے مراد ایک ایسی مجلا سطح ہے جو کرہ کے جزکے مشابہ ہو کرہ کا مرکز آئینے کا مرکز انحنا کہلاتا ہے جب مجلا سطح کا رُخ مرکز انحنا کی طرف ہوتا ہے تو آئینہ مقعر ہوتا ہے اور جب مجلا سطح کا رُخ مرکز انحنا کی مخالف سمت میں ہوتا ہے تو آئینہ محدب ہوتا ہے، آئینے کے وسطی نقطے کو اس کا قطب کہتے ہیں۔

مرکز انحنا اور قطب کو ملانے والا خطہ آئینے کا محور کہلاتا ہے۔

جب محور کے متوازی شعاعوں کی ایک پنسل کروی آئینے پر واقع ہوتی ہے تو بعدِ انعکاس اگر آئینہ مقعر ہو تو مستدق ہو کر محور کے ایک نقطے پر جمع ہو جاتی ہے اور آئینہ محدب ہو تو اُس نقطے سے موسع ہو کر نکلتی ہوئی دکھائی دیتی ہے یہ نقطہ آئینے کا ماسکۂ اصلی کہلاتا ہے۔

جب مقعر آئینے کے ماسکۂ اصلی پر ایک صغیر ابعاد کا مبداءِ نور واقع ہوتا ہے۔ تو اس سے خارج ہونے والی شعاعیں بعدِ انعکاس آئینے کے محور کے متوازی شایع ہوتی ہیں۔

آئینوں کے محور پر جو فاصلے ناپے جاتے ہیں ان کے متعلق حسب ذیل دستور مقرر کر لیا گیا ہے۔

(۱) تمام فاصلے آئینے کے قطب سے ناپے جاتے ہیں۔

(۲) قطب سے جب کوئی فاصلہ مبداءِ نور کی طرف ناپا جاتا ہے تو وہ مثبت تصور کیا جاتا ہے اور جب اس کی مخالف سمت میں ناپا جاتا ہے تو منفی ماناجاتا ہے۔

اس قرارداد کے مطابق مقعر آئینے کا ماسکی طول اور نصف قطر انحنا مقادیر مثبت ہیں اور محدب آئینے کی صورت میں مقادیر منفی۔

محور پر واقع دو نقطے زوجی ماسکے کہلاتے ہیں۔ جب کہ ان میں سے ایک نقطہ سے نور کی شعاعیں شایع ہوکر آئینے سے منعکس ہونے کے بعد دوسرے نقطے پر یا تو فی الحقیقت ملیں یا بظاہر ملتی ہوئی نظر آئیں۔ ظاہر ہے کہ ان میں سے ہر نقطہ دوسرے نقطے کا خیال ہوگا۔

کروی آئینے کے نصف قطر انحنا نا، ماسکی طول م، فصل شخص ش اور فصل خیال خ میں حسب ذیل تعلق ہے:-

$$\frac{1}{خ}+\frac{1}{ش}=\frac{1}{م}=\frac{2}{نا}$$ اور ۲م = نا

$$تکبیر = \frac{خ}{ش}$$

عدسہ سے مراد انعطاف نور کا دو سطحوں سے محدود واسطہ ہے۔ جس میں سے ہر ایک سطح ایک ایک کرہ کا جز ہو۔ عملیات میں جن عدسوں سے سروکار ہوتا ہے، وہ اس قدر پتلے ہوتے ہیں کہ ان کی سطحوں کا درمیانی فصل ہر ایک کے نصف قطر انحنا کے مقابلے میں ناقابلِ لحاظ ہوتا ہے۔ چونکہ عدسے کی دو سطحیں ہوتی ہیں۔ اس کے لئے دو مرکز انحنا اور دو نصف قطر انحنا ہوتے ہیں۔ عدسوں کی دو قسمیں ہیں۔ (۱) مدقق یا محدب۔ (۲) موسع یا مقعر

مدقق یا محدب عدسے بیچ میں کناروں کی بہ نسبت زیادہ موٹے ہوتے ہیں۔ اور موسع یا مقعر عدسے کناروں پر وسط کے مقابلے میں زیادہ موٹے ہوتے ہیں۔ ہر عدسے کے دو ماسکے اور دو ماسکی طول ہوتے ہیں۔ پتلے عدسے کے دونوں بازو جب ایک ہی واسطے میں واقع ہوتے ہیں تو اس کے ماسکی طول مساوی ہوتے ہیں۔ شخص کا وہ مقام جس کے لئے خیال کا مقام لامتناہی پر ہو ماسکۂ اولی کہلاتا ہے خیال کا محل جب کہ شخص لامتناہی پر ہو ثانوی ماسکہ کہلاتا ہے۔

جہاں عدسے کا محور عدسے سے ملتا ہے، وہاں ایک مستوی اگر محور پر عمود وار واقع تصور کی جائے تو یہ مستوی عدسے کی اصلی مستوی ہوگی۔

پتلے عدسے کا مرکز مناظری وہ نقطہ ہے جہاں محور عدسے سے ملتا ہے، کسی عدسے کے محور سے وہ خط مراد ہے جو کہ اُن کروی سطحوں کے مرکزوں کو ملانے سے حاصل ہو جن کے حصوں سے مل کر عدسہ بنتا ہے۔

آئینوں کی طرح عدسوں کی صورت میں بھی محور کے متوازی جو فصل ناپے جاتے ہیں، ان کی

علامتوں کی نسبت حسب ذیل دستور رائج ہے :۔

(۱) تمام فاصلے عدسے کے مرکز مناظری سے ناپے جاتے ہیں

(۲) جو فاصلے عدسے سے مبداء نور کی طرف ناپے جاتے ہیں وہ مثبت تصور کئے جاتے ہیں اور ان کی مخالف سمت میں ناپے جانے والے فاصلے منفی مانے جاتے ہیں۔

محدب عدسے کا ماسکی طول منفی اور مقعر عدسے کا مثبت ہوتا ہے۔ عدسوں کی صورت میں سطحوں کے انحنا کے نصف قطروں نا_1، نا_2، فصل ماسکی م، عدسے کے مادے کے انعطاف نمامہ، فصل خیال خ اور فصل شخص ش میں حسب ذیل رشتے ہیں :۔

$$\frac{1}{\text{م}} = (\text{مہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{نا}_1} - \frac{1}{\text{نا}_2}\right)$$

$$\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}}$$

$$\text{تکبیر} = \frac{\text{خ}}{\text{ش}}$$

اگر متعدد پتلے عدسے ایک دوسرے کے متصل واقع ہوں، اور ان کے ماسکی طول علی الترتیب م_1، م_2، م_3 وغیرہ ہوں اور ترتیب کا حاصل ماسکی طول م ہو تو

$$\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2} + \frac{1}{\text{م}_3} + \cdots\cdots$$

(۱) مقعر آئینے موسع عدسے یا عدسوں کے موسع نظام کا ماسکی طول ایک مقدار مثبت ہے۔

(۲) محدب آئینے، محدب عدسے یا عدسوں کے ایک مدقق نظام کا ماسکی طول ایک منفی مقدار ہے۔

(۳) جب خیال سیدھے اور مجازی ہوں تو تکبیر ایک مثبت مقدار ہوتی ہے۔

(۴) جب خیال اُلٹے اور حقیقی ہوں تو تکبیر ایک منفی مقدار ہوتی ہے۔

(۵) فصل خیال اُس وقت ایک مثبت مقدار ہوگا۔ جب کہ کسی آئینے کے باعث ایک اُلٹا اور حقیقی خیال بنتا ہو۔

(۶) فصل خیال اُس وقت ایک منفی مقدار ہوگا جب کہ کسی عدسے کے باعث ایک اُلٹا اور حقیقی خیال بنتا ہو۔

تجربہ ۷۷۔ اختلافِ منظر کے طریقے سے مقعر آئینے کے ماسکی طول کی تخمین:۔

(ا) مرکز انحنا کا مقام معلوم کرکے

آئینے کو میز پر انتصابی وضع میں قایم کرکے ایک پن کو میز پر آئینے کے سامنے آئینے کے قطب سے کسی قدر دور اس طرح رکھا جاتا ہے کہ پن کی نوک آئینے کے محور پر رہے۔ پن کی وضع جب ٹھیک طور پر مرتب ہو جائے گی تو اس کا خیال آئینے میں اُلٹا نظر آئے گا۔ بہ شرطیکہ پن آئینے کے قطب اور اُس کے ماسکہ کے مابین واقع نہ ہو۔

پن کو میز پر آگے پیچھے ہٹا کر اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ جب محور کی سمت میں نگاہ جما کر اُس کی نوک کو دیکھا جائے تو وہ اپنے خیال کی نوک کے ساتھ بالکل منطبق نظر آئے اور آنکھ کو اِدھر اُدھر حرکت دینے پر پن اور اس کا خیال ایک دوسرے سے جدا ہوتے ہوئے نہ معلوم ہوں۔ اِس صورت میں پن کی نوک آئینے کے مرکز انحنا پر واقع ہوگی۔ اور آئینے کے قطب اور پن کی نوک کا درمیانی فاصلہ آئینے کا نصف قطر انحنا ہوگا، اس کا نصف آئینے کا ماسکی طول ہوگا۔

نصف قطر انحنا = نا = ...

= ....

= .... } = ... ∴ ماسکی طول م = ...

= ....

(ب) شخص اور خیال کے محل معلوم کرکے

تجربہ ۷۷ (ا) میں پن کے لئے جو مقام دریافت کیا جائے پن کو اُس سے آئینے کی طرف تھوڑا ہٹا دو اور ایک دوسری پن لے کر اُس کی نوک کو بھی آئینے کے محور پر رکھ کر آئینے کے سامنے اُس کے لئے ایک ایسا مقام معلوم کرو جس پر کہ پہلی پن کا خیال اس کے ساتھ بالکل منطبق نظر آئے اور آنکھ کو اِدھر اُدھر ہٹانے پر پہلی پن کا خیال اور دوسری پن ایک دوسرے سے جدا ہوتے ہوئے نہ معلوم ہوں۔ آئینے کے قطب سے پہلی پن کی دوری یعنے فصل شخص (ش) اور دوسری پن کا بُعد یعنے فصل خیال (خ) ناپ لو، مساوات $\frac{1}{خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م} = \frac{2}{نا}$ کی مدد سے ماسکی طول م اور نصف قطر انحنا (نا) کی قیمتیں معلوم کرو۔ شخص کا مقام بدل بدل کر تجربے کو متعدد مرتبہ دُہراؤ۔

ش	خ	$\frac{1}{ش}$	$\frac{1}{خ}$	$\frac{1}{م}$	م	نا

نوٹ:۔ اگر پہلی پن آئینے سے بہت قریب واقع ہوگی تو اُس کا خیال مجازی سیدھا اور آئینے کی دوسری جانب یعنے مجلا سطح کے پیچھے بنے گا، اس صورت میں خیال کا محل معلوم کرنے کے لئے دوسری پن کو آئینے کے پیچھے رکھنا چاہیئے۔

تجربہ ۷۸۔ اختلافِ منظر کے طریقے سے محدب آئینے کا ماسکی طول معلوم کرنا:۔

محدب آئینے کی صورت میں خیال ہمیشہ مجازی بنتا ہے۔ اور آئینے کے عقب میں واقع ہوتا ہے اس لئے اس کا مقام معلوم کرنے کے لئے جو دوسری پن لی جائے، وہ اس قدر لانبی ہونا چاہیئے کہ اُس کا سر آئینے کے اوپر سے نظر آتا رہے، یا آئینے کے وسطی مقام کے گرد کی تھوڑی سی چاندی نکال کر اسے شفاف کر لینا چاہیئے۔ بہر صورت دوسری پن کو تجربہ ۷۷ (ب) کی طرح اس طرح ترتیب دینا چاہیئے کہ وہ آئینے کے سامنے رکھی ہوئی پن کے خیال پر منطبق نظر آئے۔ اس کے بعد آئینے کے قطب سے پہلی پن کی دوری یعنے فصل شخص (ش) اور دوسری پن کا بعد یعنے فصل خیال -خ معلوم کرکے $\frac{1}{-خ} + \frac{1}{ش} = \frac{1}{م} = \frac{2}{نا}$ کی مدد سے م اور نا معلوم کر لینا چاہیئے۔ فصل شخص کو بدل بدل کر تجربے کو متعدد مرتبہ دہرانا چاہیئے۔

ش	-خ	$\frac{1}{ش}$	$\frac{1}{-خ}$	$\frac{1}{م}$	نا

تجربہ ۷۹۔ اختلافِ منظر کے طریقہ محدب عدسے کا ماسکی طول معلوم کرنا:۔

محدب عدسے کی صورت میں خیال اگر حقیقی ہو تو عدسے کی دوسری جانب بنتا ہے۔ تجربہ ۷۸ کی طرح فصل شخص ش، اور فصل خیال -خ معلوم کرکے $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ کی مدد سے م کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے۔ تجربے کو متعدد بار دُہرانا چاہیئے۔

ش	-خ	$\frac{1}{ش}$	$\frac{1}{-خ}$	$\frac{1}{م}$	م

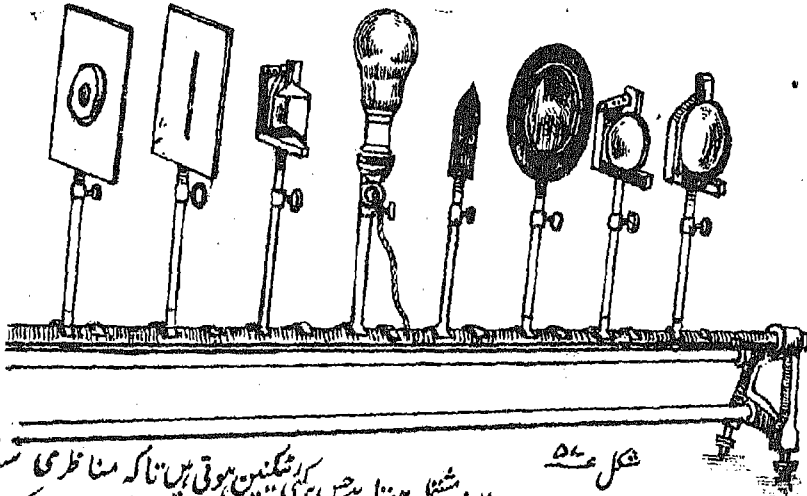
نوٹ:۔ محدب عدسے سے حقیقی خیال پیدا ہونے کے لئے یہ ضروری ہے کہ عدسے اور پہلی پن کا فاصلہ عدسے کے ماسکی طول سے بڑا ہو، یعنے پن کو عدسے سے کسی قدر دور رکھا جائے۔ عدسے کی دوسری جانب حقیقی خیال کا مقام پہلی پن سے جس دوری پر واقع ہوتا ہے، وہ کم سے کم ماسکی طول کا چہار چند ہوتی ہے۔

تجربہ ۸۰ - اختلاف منظر کے طریقے سے مقعر عدسے کا ماسکی طول معلوم کرنا :-

ش	خ	$\frac{1}{ش}$	$\frac{1}{خ}$	$\frac{1}{م}$	م

مقعر عدسے کی صورت میں خیال ہمیشہ مجازی اور عدسے کے اسی جانب بنتا ہے جدھر کہ شخص واقع ہو تجربہ ۷۷ کی طرح فصل شخص ش اور فصل خیال خ معلوم کرکے $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ کی مدد سے م کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے تجربے کو متعدد مرتبہ دہرایا جاتا ہے۔

تختِ مناظر

شکل ۵۷

تختِ مناظر شکل ۵۷ ایک لانبی سیدھی سلاخ پر مشتمل ہوتا ہے جس پر کئی ٹیکنیں ہوتی ہیں تاکہ مناظری سامان کو اُن کے ذریعے تختِ مناظر پر قائم کیا جا سکے، ٹیکنوں کو سرکانے سے مناظری آلات کو تختے کے طول ہی کی سمت میں حرکت ہوتی ہے، عرضی حرکت مسدود کر دی جاتی ہے، سلاخ پر پیمانہ کھدا ہوا ہوتا ہے جس کی مدد سے ٹیکنوں کے محل کی تعین ہو سکتی ہے۔ مناظری تختے کے ذریعے آئینوں اور عدسوں کے ساتھ جو تجربے کیے جاتے ہیں اُن میں بالعموم سفید پردے پر کسی شخص کا حقیقی خیال پیدا کیا جاتا ہے، شخص ایک چھوٹے دائری سوراخ پر لگے ہوئے متقاطع تاروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ اِن متقاطع تاروں کے پیچھے کوئی تیز مبداءِ نور رکھ کر تاروں کو روشن کیا جاتا ہے مناظری تختے کے تجربوں میں یہ نہایت ضروری ہے کہ تمام مناظری اشیاء ایک ایسے محور پر واقع ہوں جو کہ تختے کے محور کے متوازی ہو۔

تجربہ ۸۱۔ تختِ مناظر کے ذریعے مقعر آئینے کے ماسکی طول اور اُس کے نصف قطر انحنا کی تخمین:۔

مناظری تختے پر آئینے کو اُس کی ٹیکن میں جما کر اس طرح رکھو کہ مجلّا سطح متقاطع تاروں کی طرف رہے، تاروں کے پیچھے برقی چراغ روشن کر دو اور آئینے کو تختِ مناظر پر آگے پیچھے ہٹا کر اُس کے لئے ایک ایسا مقام دریافت کرو جہاں پر اُس کے واقع ہونے کی صورت میں متقاطع تاروں کا صاف اور واضح خیال اُسی پردے پر بنے جس پر کہ یہ تار لگے ہوئے ہوں۔ اس صورت میں ظاہر ہے کہ آئینے کے اس خاص مقام کے لئے شخص و خیال ایک دوسرے پر منطبق ہوتے ہیں۔ اور بنابرآں متقاطع تاروں اور آئینے کے قطب کا درمیانی فصل آئینے کا نصف قطر انحنا ہوگا۔ اور اُس کا نصف آئینے کا ماسکی طول ہوگا۔

نصف قطر انحنا نا = { .... = ... = ... } = ... ∴ ماسکی طول م = ...

اسکے بعد آئینے کو ٹیکن کی انتصابی وضع کے گرد داہنے یا بائیں جانب تھوڑا سا گھما دو اور ایک اور پردہ متقاطع تاروں اور آئینے کے مابین اس طرح ترتیب دو کہ متقاطع تاروں کا واضح ترین خیال اس پردے پر بنے۔ دوسرے پردے سے آئینے کے قطب کا فاصلہ خ اور متقاطع تاروں اور آئینے کے قطب کا درمیانی بُعد ش معلوم کرکے مساوات $\frac{1}{ش} + \frac{1}{خ} = \frac{1}{م} = \frac{2}{نا}$ کی مدد سے م اور نا کی قیمتیں معلوم کرلی جائیں، تجربے کو متعدد بار دُہرایا جائے۔

ش	خ	$\frac{1}{ش}$	$\frac{1}{خ}$	$\frac{1}{م}$	م	نا

تجربہ ۸۲۔ تختِ مناظر کے ذریعے محدب عدسے کے ماسکی طول کی تخمین:۔

مناظری تختے پر عدسے کو اُس کی ٹیکن میں جما کر منور متقاطع تاروں اور پردے کے مابین رکھو عدسے کی بلندی کو اس طرح ٹھیک کرلو کہ اُس کا محور متقاطع تاروں کے نقطۂ تقاطع میں سے گزرے عدسے کو متقاطع تاروں سے کسی قدر دور واقع ہونا چاہیئے تاکہ متقاطع تاروں کا حقیقی خیال بنے، نہ کہ مجازی۔ اس کے لئے عدسے اور متقاطع تاروں کا درمیانی فاصلہ عدسے کے ماسکی طول سے بڑا ہونا چاہیئے۔ اور پردے اور متقاطع تاروں کا درمیانی بعد

ش	خ	$\frac{1}{ش}$	$\frac{1}{خ}$	$\frac{1}{م}$	م

بُعد عدسے کے ماسکی طول کا کم سے کم چوگنا ہونا چاہئیے۔ یعنے پردے کو ابتداً عدسے سے کافی دور رکھ کر بتدریج عدسے کے قریب لانا چاہئیے حتےٰ کہ منقاطع تاروں کا صاف اور واضح خیال پردے پر بن جائے اس کے بعد منقاطع تاروں اور عدسے کا درمیانی بُعد یعنے فصلِ شخص ش اور عدسے اور پردے کی دوری یعنے فصلِ خیال۔ خ معلوم کرکے مساوات $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ کی مدد سے م معلوم کرلینا چاہئیے۔ تجربے کو متعدد مرتبہ دُہرانا چاہئیے۔

تجربہ ۸۳ تختِ مناظر کے ذریعے محدب عدسے کے ماسکی طول کی تخمین عدسے کے لئے دو محل دریافت کرکے جب محدب عدسے کے ذریعے کسی شخص کا حقیقی خیال پردے پر بنتا ہے تو پردہ اور شخص کو اُن کی جگہوں پر قایم رکھ کر یعنے اُن کی درمیانی دوری کو بدلے بغیر عدسے کے لیے عام طور پر دو محل دریافت ہوسکتے ہیں، ایک محل ایسا ہوتا ہے کہ جب عدسہ وہاں رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے بڑا ہوتا ہے اور جب عدسہ دوسرے محل پر رکھا جاتا ہے تو خیال شخص سے چھوٹا ہوتا ہے۔ پہلی صورت میں عدسے سے شخص تک کا جو فاصلہ ہوتا ہے دوسری صورت میں عدسے سے پردے تک کے فاصلے کے مساوی ہوتا ہے، اگر شخص اور پردے کا درمیانی فاصلہ ف اور عدسے کے پہلے اور دوسرے محل کے مابین دوری ل ہو تو

$$ش = \frac{ف - ل}{2} \text{،} \quad خ = \frac{ف + ل}{2}$$

ان قیمتوں کو مساوات $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش} = \frac{1}{م}$ میں خ اور ش کے عوض لکھنے سے ماسکی طول $= \frac{ف^2 - ل^2}{4ف}$ نکل آتا ہے۔ پردے کو منور منقاطع تاروں سے کافی دور رکھو اور ان کے مابین عدسے کو ایک ایسے مقام پر ترتیب دو کہ پردے پر منقاطع تاروں کا حقیقی اور واضح خیال بن جائے منقاطع تاروں اور عدسے کا درمیانی بُعد $ل_1$ ناپ لو، شخص اور پردے کو اُن کی جگہوں پر قایم رکھ کر عدسے کے لئے وہ دوسرا مقام معلوم کرو جس سے پردے پر منقاطع تاروں کا حقیقی خیال مکرر بنتا ہو عدسے اور منقاطع تاروں کا درمیانی فصل $ل_2$ معلوم کرلو۔ منقاطع تاروں اور پردے کا درمیانی فصل ف بھی ناپ لو۔

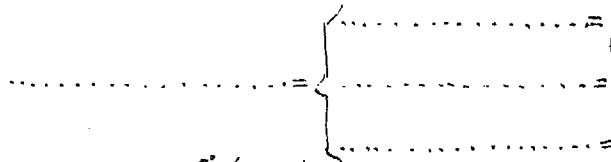
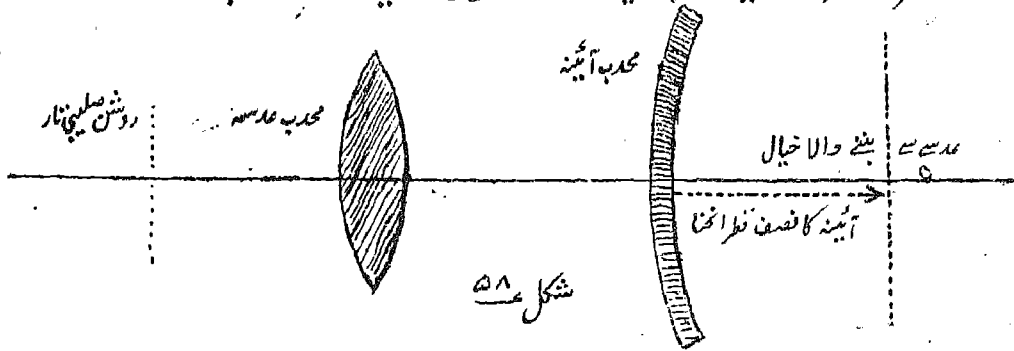
$ل_1 = ...$ ، $ل_2 = ...$ ، $ل = ل_2 - ل_1 = ...$ ، $ل^2 = ...$

$ف = ...$ ، $4ف = ...$ ، $ف^2 = ...$ ، $م = ...$

تجربہ ۸۴ ـ محدب عدسے کے ماسکی طول کی تخمین ایک مستوی آئینہ استعمال کر کے

منور متقاطع تاروں کے آگے ایک مستوی آئینہ مناسب دوری پر قائم کرو اور ان دونوں کے مابین محدب عدسے کو اس طرح رکھو کہ اُس کا محور متقاطع تاروں کے نقطۂ تقاطع اور آئینے کے مرکز میں سے گزرے، منور متقاطع تاروں کو اس طرح ترتیب دو کہ اُن کا واضح اور صاف خیال اُسی پردے پر بنے جس پر کہ وہ لگے ہوئے ہیں اور خیال کی جسامت متقاطع تاروں کی جسامت کے مساوی ہو، اس صورت میں چونکہ شخص اور خیال ایک دوسرے پر منطبق ہیں اس لئے یہ ماننا پڑے گا کہ عدسے میں گزر کر آئینے پر واقع ہونے والی شعاعیں آئینے پر عمود وار واقع ہو رہی ہیں۔ اور ہنذا، بنا بریں بعد انعکاس عدسے کے ماسکے پر مل رہی ہوں گی۔ لہذا عدسے اور متقاطع تاروں کا درمیانی بعد عدداً عدسے کے ماسکی طول کے مساوی ہو گا۔ علامت اُس کی منفی ہو گی۔

عدسے کا ماسکی طول ص = ...

.... = { ....
=
....
=

تجربہ ۸۵ ـ تختِ مناظر کے ذریعے محدب آئینے کے ماسکی طول کی تخمین ایک معاون محدب عدسہ استعمال کر کے

شکل ۵۸

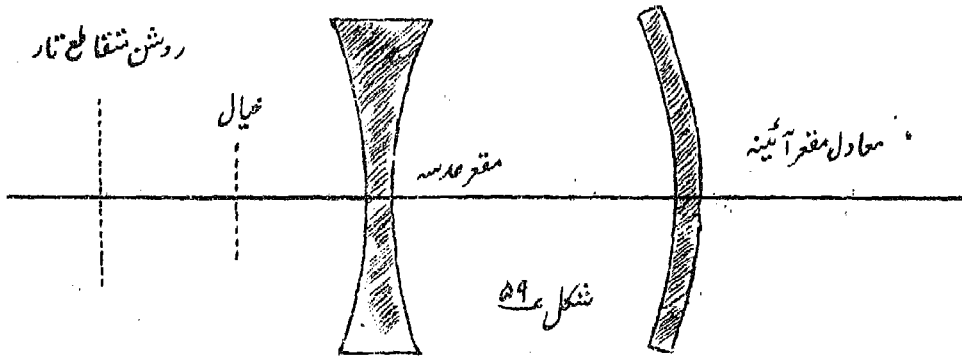
شکل ۵۸ کی طرح محدب آئینے کے سامنے ایک محدب عدسہ ترتیب دو اور ان کے مقاموں کو اس طرح مرتب کرو کہ منور صلیبی تاروں کا خیال اُسی پردے پر بنے جس پر کہ تار لگے ہوئے ہیں اس صورت میں روشن متقاطع تاروں سے شائع ہونے والی شعاعیں عدسے میں سے گزر کر محدب آئینے پر اس طرح واقع ہوتی ہیں کہ جس سمت میں واقع ہوتی ہیں اُسی سمت میں منعکس ہو جاتی ہیں، شعاعوں کا بعد انعکاس اپنی پہلی سمت میں واپس ہونا اس امر کی دلیل ہے کہ شعاعیں سطح عاکس پر انتصاباً واقع ہوتی ہیں۔ یعنے اگر شعاعوں کی راہ میں محدب آئینہ حائل نہ ہوتا تو یہ شعاعیں آئینے کے

مرکز انحنا کے مقام پر ملتبس تحت مناظر پر آئینے کا مقام دیکھ کر قلمبند کرلو اور عدسے اور متقاطع تاروں کے مقامات بدلے بغیر یہ معلوم کرو کہ عدسے کے باعث روشن متقاطع تاروں کا خیال عدسے کی دوسری جانب کس مقام پر بنتا ہے اس مقام اور محدب آئینے کے مقام کے مابین جو دوری ہے وہ آئینے کے نصف قطر انحنا کے مساوی ہوگی اس کا نصف آئینے کا ماسکی طول ہوگا۔

نصف قطر انحنا = ...

.... = ... ۰۵م = ...

= ....

تجربہ ۸۶ مقعر عدسے کے ماسکی طول کی تخمین ایک معاون مقعر آئینہ استعمال کرکے

شکل ۵۹

شکل ۵۹ کی طرح مقعر عدسے کے پیچھے ایک مقعر آئینہ قایم کرو اور ان کے مقامات کو اس طرح ترتیب دو کہ منور متقاطع تاروں کا خیال اسی پردے پر بنے جس پر کہ یہ تار لگے ہوئے ہیں اس صورت میں عدسے سے خارج ہونے والی شعاعیں آئینے پر انتصاباً واقع ہو رہی ہونگی اگر منعکس شعاعوں کی راہ میں مقعر عدسہ حائل نہ ہوتا تو منعکس شعاعیں آئینے کے مرکز انحنا پر ملتیں یعنے آئینے کے اس مقام کے لئے اس کا مرکز انحنا جہاں واقع ہوگا وہیں روشن متقاطع تاروں کا مجازی خیال بن رہا ہوگا۔ مجازی خیال کا محل معلوم کرنے کے لئے پہلے عدسے اور منور متقاطع تاروں کا درمیانی بعد یعنے فصل شخص ش معلوم کر لیا جاتا ہے اس کے بعد عدسے کو ہٹا کر آئینے اور متقاطع تاروں کا درمیانی فاصلہ ف ناپ لیا جاتا ہے پھر آئینے کو متقاطع تاروں کی طرف اس قدر ہٹایا جاتا ہے کہ مکرر متقاطع تاروں کا خیال اسی پردے پر بنے جس پر کہ وہ لگے ہوئے ہیں۔ اس صورت میں آئینے اور روشن متقاطع تاروں کے مابین جو دوری ف ہوتی ہے وہ بھی معلوم کر لی جاتی ہے۔

فصل خیال خ = ش ـ (ف ـ فَ)

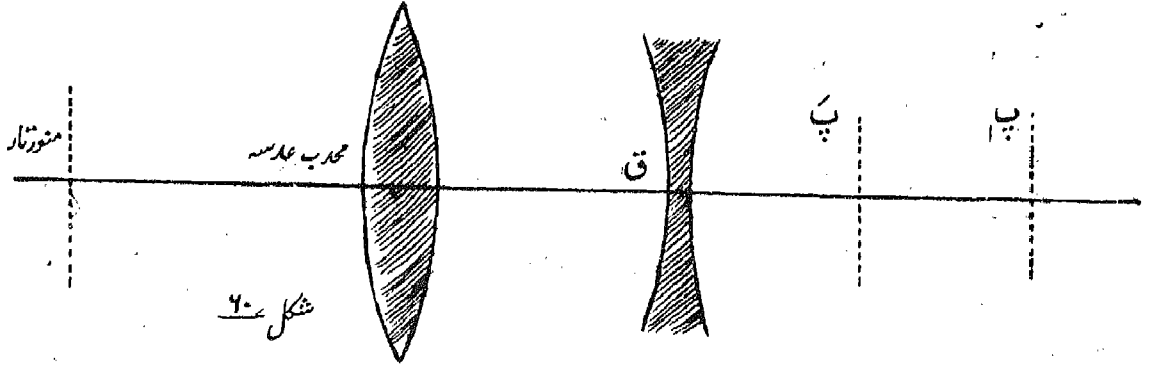
ش = ... خ = ...

.... = ... = ...

= .... = ...

....

تجربہ ۸۷ مقعر عدسے کے ماسکی طول کی تعین ایک محدب عدسہ استعمال کرکے

شکل ۶۰

محض مقعر عدسے سے روشن متقاطع تاروں کا حقیقی خیال بننا ممکن نہیں اس لئے مقعر عدسے کے ساتھ ایک مناسب ماسکی طول کا محدب عدسہ شریک کرلیا جاتا ہے۔ ان دونوں عدسوں کا مجموعہ بالالتزام محدب ہونا چاہیے، تجربہ ۸۲ کی طرح پہلے مجموعے کا ماسکی طول صَ اور پھر محض محدب عدسے کا ماسکی طول م۱ معلوم کرکے مساوات $\frac{1}{\text{ص}} = \frac{1}{\text{م}_1} + \frac{1}{\text{م}_2}$ کی مدد سے م۲ یعنے مقعر عدسے کے ماسکی طول کی قیمت معلوم کرلی جاتی ہے۔

مجموعے کی ماسکی طاقت $\frac{1}{\text{ص}}$ کی تخمین :—

ش = ...، خ = ...، $\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{ص}}$ = ...

محض محدب عدسے کی ماسکی طاقت $\frac{1}{\text{م}_1}$ کی تخمین :—

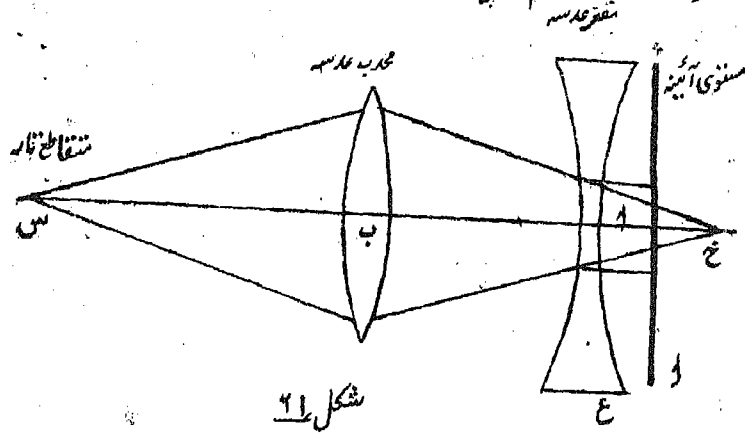
ش = ...، خ = ...، $\frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}} = \frac{1}{\text{م}_1}$ = ...

$\frac{1}{\text{م}_2}$ = ... :. م۲ = ... = مقعر عدسے کا ماسکی طول

اگر دونوں عدسوں کو ملاکر استعمال کرنے کے بجائے انہیں شکل ۶۰ کی طرح ترتیب دیا جائے تو پہلے متقاطع تاروں کے مقابل محدب عدسے کو اس طرح ترتیب دینا چاہیے کہ روشن متقاطع تاروں کا حقیقی خیال پَ پر واقع ایک پردے پر بنے اس کے بعد متقاطع تاروں یا محدب عدسے کے مقام کو بدلے بغیر پردے اور محدب عدسے کے مابین مقعر عدسہ رکھ دو اور پردے کے مقام کو اس طرح ترتیب دو کہ پھر پردے پر منور متقاطع تاروں کا خیال بن جائے، مان لو کہ اس صورت میں پردہ مقام پ۱ پر واقع ہوتا ہے، اور مقعر عدسہ مقام ق پر رکھا گیا ہے تو پَ = فصل خیال خ، اور ق پ۱ = فصل شخص ش، $\frac{1}{\text{م}} = \frac{1}{\text{خ}} - \frac{1}{\text{ش}}$ سے م کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے

خ = ...، ش = ...، :. م = ...

تجربہ ۸۸۔ تختِ مناظر کے ذریعے مقعر عدسے کا ماسکی طول معلوم کرنا ایک معاون محدب عدسہ اور مستوی آئینہ استعمال کر کے:-

تختِ مناظر پر ایک محدب عدسے ب کو شکل ۶۱ کی طرح روشن متقاطع تار ش کے مقابل اس طرح قایم کرو کہ اس کا محور تاروں کے نقطۂ تقاطع میں سے گزرے اور مقام خ پر واقع ایک پردے پر ش کا واضح ترین خیال حاصل کرو اس کے بعد محدب عدسے اور پردے کے درمیان ایک مقعر عدسہ رکھ کر مقعر عدسے کے عقب میں شکل ۶۱ کی طرح مستوی آئینہ ا ر رکھ دو اور ع اور ا کے مقاموں کو اس طرح مرتب کرو کہ متقاطع تاروں کا خیال اسی پردے پر بنے جس پر کہ تار لگے ہوئے ہوں ع اور ا کے مابین ہاتھ یا اور کوئی غیر شفاف چیز حایل کر کے اس امر کا اطمینان کر لو کہ جو خیال بن رہا ہے وہ مستوی آئینے سے انعکاس کے باعث ہی بن رہا ہے ع اور خ کا درمیانی فصل ناپ کر قلمبند کر لو یہی مقعر عدسے کا ماسکی طول ہے۔

شکل ۶۱

ماسکی طول م = ...

.... = ...

.... =

تجربہ ۸۹۔ تختِ مناظر کے ذریعے دیے ہوئے محدب الطرفین عدسے کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرنا:-

عدسے کی ماسکی طاقت $\frac{1}{م}$ تجربہ ۸۲ کی طرح معلوم کر لو:-

ش = ...، خ = ...، $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش}$ = ... = $\frac{1}{م}$

ش = ...، خ = ...، $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش}$ = ... = $\frac{1}{م}$

ش = ...، خ = ...، $\frac{1}{خ} - \frac{1}{ش}$ = ... = $\frac{1}{م}$

اوسط $\frac{1}{م}$ = ...

عدسے کے انحنا کے نصف قطر معلوم کرنے کے لئے پہلے اس کی کسی ایک سطح کو مقعر آئینے کی طرح سطح عاکس کے طور پر

استعمال کرکے عدسے کے مقام کو تختِ مناظر پر اس طرح مرتب کرو کہ روشن متقاطع تاروں کا صاف اور واضح خیال اسی پر دے پر بنے جس پر کہ تار لگے ہوئے ہوں اور عدسے اور متقاطع تاروں کا درمیانی فصل ف ناپ لو تو عدسے کی اس سطح کا نصف قطر انحنا

$\text{نا}_1 = \frac{\text{م ف}}{\text{م} + \text{ف}}$ جہاں م عدسے کا ماسکی طول

اس کے بعد عدسے کو انتصابی محور کے گرد بہ قدر ۱۸۰ درجوں کے گھما دو تاکہ اب اس کی دوسری سطح سطح عاکس بن جائے اور حسب طریقہ مندرجہ بالا فَ کی قیمت معلوم کرکے

$\text{نا}_2 = \frac{\text{م فَ}}{\text{م} + \text{فَ}}$ سے نا_2 کی قیمت معلوم کرلو۔

عدسے کا ماسکی طول = ... ف = ...

.... = { .... = ; .... = ; .... = }

$\therefore$ نا_1 = ...

فَ = ...

.... = { .... = ; .... = ; .... = }

$\therefore$ نا_2 = ...

اب $\frac{1}{\text{م}} = (\text{مہ} - 1)\left(\frac{1}{\text{نا}_1} - \frac{1}{\text{نا}_2}\right)$ سے مہ یعنے عدسے کے مادے کے انعطاف نما کی قیمت معلوم کرلو

$\frac{1}{.....} = (\text{مہ} - 1)\left(\frac{1}{.....} - \frac{1}{.....}\right) = (\text{مہ} - 1) \times$ ....

$\therefore$ = ...

نوٹ:۔ نا_1 اور نا_2 کی قیمتیں تجربہ ع۲ کی طرح کروی پیما سے بھی معلوم کی جاسکتی ہیں اگر مقعر عدسے کے مادے کا انعطاف نما اس طریقے سے معلوم کرنا ہو تو تجربہ ع۱۸ کی طرح $\frac{1}{\text{م}}$ کی قیمت معلوم کرنا چاہیے۔

مقعر عدسے کی صورت میں

$\text{نا}_1 = \text{ف}$ اور $\text{نا}_2 = \text{فَ}$

مقناطیسیت

مقناطیس وہ شئے ہے جس میں کہ لوہے اور فولاد کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کشش کرنے کی قابلیت پائی جائے اور جو آزادانہ حرکت کا موقع ملنے پر ایک اور صرف ایک وضع میں آکر قایم ہو۔ نیز مناسب حالات کے تحت اپنی مذکورۂ بالا دونوں خاصیتیں دیگر مقناطیسی اشیاء میں اپنی ذاتی خاصیتوں کو کھوئے بغیر منتقل کرسکے۔

جب مقناطیس ایک انتصابی محور پر گردش کرسکتا ہے تو اس کے جسم کی ایک غیر متبدل سمت زمین کی ایک مخصوص اور غیر متبدل سمت کے متوازی ہو جاتی ہے، مقناطیس کی سمت کو مقناطیسی محور کہتے ہیں اور زمین سے متعلق سمت مقناطیسی نصف النہار کہلاتی ہے۔

ہر مقناطیس میں دو ایسے مقامات ضرور ہوتے ہیں جہاں سے کہ جذب و دفع کی قوتوں کا اظہار ہوتا ہے۔ ان مقامات کو مقناطیس کے قطب کہتے ہیں۔

اُفقی وضع میں آزادانہ حرکت کی قابلیت رکھنے والے مقناطیس کا جو قطب شمال کی طرف رہتا ہے اُسے شمال نما، شمالی، یا مثبت قطب کہتے ہیں۔ دوسرا قطب، جنوب نما، جنوبی، یا منفی قطب کہلاتا ہے۔ غیر مشابہ قطب، یا مخالف علامتوں کے قطب ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں، مشابہ قطب، یا ایک ہی علامت کے قطب ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

جو قطب ہوا میں ایک سنتی میٹر دوری پر رکھے ہوئے اپنے مساوی اور مشابہ قطب کو ایک ڈائین کی قوت سے دفع کرتا ہے، وہ اکائی قطب کہلاتا ہے۔

کسی مقام پر مقناطیسی میدان کی حدت کی تعین اُس قوت سے ہوتی ہے جو اُس مقام پر رکھے ہوئے اکائی مثبت مقناطیسی قطب پر عمل پیرا ہو، اسے بعض اوقات اُس مقام پر کی مقناطیسی حدت بھی کہتے ہیں۔

جفت کا معیار اثر جو کسی مقناطیس کے محور کو اکائی حدت کے مقناطیسی میدان میں عمودا قایم رکھنے کے لئے درکار ہو اُس مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر ھ کہلاتا ہے اس کی عددی قیمت مقناطیس کی قطبی طاقت ط اور مقناطیس کے موثر طول یعنے قطبین کے درمیانی فصل ۲ل کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتی ہے۔

$$ھ = ۲ل \times ط$$

مقناطیس کے محور مخروجہ پر اس کے مرکز سے ف فصل پر واقع نقطے پر مقناطیسی میدان کی حدت $\frac{۲ھ.ف}{(ف^۲ - ل^۲)^۲}$

مقناطیس کے محور کو علی القوائم تنصیف کرنے والے خط پر اس کے مرکز سے ف فصل پر واقع نقطہ پر میدان کی حدت $= \frac{\text{ص}}{(\text{ف}^2+\text{ل}^2)^{3/2}}$

اگر افقی وضع میں آزادانہ حرکت کی قابلیت رکھنے والی کوئی مقناطیسی سوئی دو ایک دوسرے پر عمود وار عمل کرنے والے مقناطیسی میدانوں ح اور ا کے زیر اثر بہ قدر زاویہ عہ منصرف ہو جائے۔ تو ح = ا مس عہ
[جہاں ا سے مراد زمین کے مقناطیسی میدان کا افقی جز ہے اور ح سے مراد کوئی دوسرا مقناطیسی میدان ہے جس کی سمت ا کی سمت پر عمود وار ہے]

اس قسم کی سوئی جب کسی مقناطیس کے محور مخروجہ پر اس کے مرکز سے ف فصل پر واقع ہوگی تو

$$\frac{2\,\text{ص}\,\text{ف}}{(\text{ف}^2-\text{ل}^2)^2} = \text{ا}\ \text{مس}\ \text{عہ} \quad \ldots\ldots (1)$$

$$\text{یا}\ \frac{\text{ص}}{\text{ا}} = \frac{(\text{ف}^2-\text{ل}^2)^2\ \text{مس}\ \text{عہ}}{2\,\text{ف}} \quad \ldots\ldots (1')$$

$$\text{یا}\ \text{ص} = \text{ا} \times \frac{(\text{ف}^2-\text{ل}^2)^2\ \text{مس}\ \text{عہ}}{2\,\text{ف}} \quad (1'')$$

یہی سوئی اگر مقناطیس کے محور کے عمودی ناصف پر اس کے مرکز سے ف فصل پر واقع ہو تو

$$\frac{\text{ص}}{(\text{ف}^2+\text{ل}^2)^{3/2}} = \text{ا}\ \text{مس}\ \text{عہ} \quad \ldots\ldots (2)$$

$$\text{یا}\ \frac{\text{ص}}{\text{ا}} = (\text{ف}^2+\text{ل}^2)^{3/2}\ \text{مس}\ \text{عہ} \quad \ldots\ldots (2')$$

$$\text{یا}\ \text{ص} = \text{ا}\,(\text{ف}^2+\text{ل}^2)^{3/2}\ \text{مس}\ \text{عہ} \quad \ldots\ldots (2'')$$

جب کوئی مقناطیس اپنے محور تشاکل کے گرد اہتزاز کرتا ہے تو اس کے وقت دوران کے لئے حسب ذیل ضابطہ ثابت کیا جا سکتا ہے $\text{و} = 2\pi\sqrt{\frac{\text{جج}}{\text{ا}\,\text{ص}}}$ جہاں و = وقت دوران
جج = مقناطیس کے جمود معیار اثر، ا = زمین کے مقناطیسی میدان کا افقی جز = مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر۔

$$\text{اس سے ظاہر ہے کہ}\ \text{و}^2 = \frac{4\pi^2\,\text{جج}}{\text{ا}\,\text{ص}} \quad \ldots\ldots (3)$$

$$\text{یا}\ \text{ا}\,\text{ص} = \frac{4\pi^2\,\text{جج}}{\text{و}^2} \quad \ldots\ldots (3')$$

$$\text{یا}\ \text{ا} = \frac{4\pi^2\,\text{جج}}{\text{ص}} \times \frac{1}{\text{و}^2} = \frac{\text{م}}{\text{و}^2} \quad \ldots\ldots (3'')$$

جہاں م سے مراد کوئی مستقل ہے جو عدداً $\frac{4\pi^2\,\text{جج}}{\text{ص}}$ کے مساوی ہے۔

مقناطیسی خطوطِ قوت

مقناطیسی خطِ قوت سے مقناطیسی میدان کا وہ خط مراد ہے جو کہ میدان میں اس طرح واقع ہو کہ ہر مقام پر اُس کی سمت اس مقام پر حاصل مقناطیسی قوت کی سمت ہو۔ یا بہ الفاظِ دیگر وہ ایک ایسا منحنی ہے کہ جس کے کسی نقطہ کا مماس اس نقطے پر حاصل مقناطیسی میدان کی سمت کو تعبیر کرے۔

جس سمت میں ایک فرضی واحد مثبت قطب کسی مقناطیسی میدان میں حرکت کرتا ہے وہ خطوطِ قوت کی مثبت سمت تصور کی جاتی ہے۔

مقناطیسی خطوطِ قوت کے متعلق یہ باور کیا جاتا ہے کہ وہ شمالی مقناطیسی قطب سے نکلتے ہیں اور جنوبی قطب پر ختم ہوتے ہیں۔ مقناطیس کے جسم کے اندر بھی خطوطِ قوت پائے جاتے ہیں یہاں ان کی سمت جنوبی قطب سے شمالی قطب کی طرف ہوتی ہے۔ یعنے مقناطیسی خطوطِ قوت بند حلقے ہوتے ہیں جن کا کچھ حصہ مقناطیس کے جسم میں ہوتا ہے، اور باقی اس کے باہر۔ علی العموم مقناطیسی میدان کے ہر ایک منتخبہ مقام یا نقطے پر سے صرف ایک خطِ قوت گزرتا ہے، لیکن ہر مقناطیسی میدان میں ایسے مقامات بھی ملتے ہیں جہاں سے خطوطِ قوت بہ ظاہر گزرنا نہیں چاہتے ان مقامات کے قرب وجوار میں پہنچ کر مڑ جاتے ہیں، یہ وہ مقامات ہیں جہاں حاصل مقناطیسی قوت صفر ہو جاتی ہے، ان مقامات کو نقاطِ تعدیلی کہتے ہیں، نقاطِ تعدیلی پر کسی مقناطیس کے باعث جو مقناطیسی قوت عمل پیرا ہوتی ہے اُس کی زمین کے افقی جزا سے تعدیل ہو جاتی ہے۔ مقناؤ کی حدت سے مراد مقناطیسی معیارِ اثر فی اکائی حجم، یا مقناطیس کے عمودی تراش کے ہر اکائی رقبے کی قطبی طاقت ہے۔

اگر مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں اس کا شمالی قطب جنوب کی طرف کرکے رکھا جائے اور خطوطِ قوت مرتسم کئے جائیں تو نقاطِ تعدیلی مقناطیس کے محورِ مخروجہ پر متشاکلاً واقع ہوں گے۔ اور اگر مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں شمالی قطب شمال کی طرف کرکے رکھا جائے اور میدان کی نقشہ کشی کی جائے تو نقاطِ تعدیلی محورِ مخروجہ کے عمودی ناصف پر متشاکلاً واقع ہوں گے اول الذکر صورت میں $ا = \frac{2\,م\,ف}{(ف^2 - ل^2)^{\frac{3}{2}}}$ یا $م = \frac{ا\,(ف^2 - ل^2)^{\frac{3}{2}}}{2\,ف}$ .... (۴)

آخر الذکر صورت میں $\frac{2\,م\,ف}{(ف^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}} = ا$ یا $م = ا\,(ف^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}$ .... (۵)

مقناطیسی خطوطِ قوت ایک دوسرے کو کبھی قطع نہیں کر سکتے، کیوں کہ اگر ایسا ہو تو نقطۂ تقاطع پر حاصل مقناطیسی میدان کی دو سمتیں ہو جائیں گی۔

تجربہ ۹۰۔ ایک سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں اس کا شمالی سرا جنوب کی طرف کر کے رکھو، اور زمین اور مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی سے مقناؤ کی حدت معلوم کرو:-

نقشہ کشی کے کاغذ کو نقشہ کشی کے تختے پر جما لو اور تختے کو میز پر اس طرح رکھو کہ تختے کا کوئی کنارہ میز کے کسی ایک کنارے کے متوازی رہے۔ کاغذ کے کسی ایک کونے پر کمپاسی سوئی (شکل ۶۲) کو رکھ کر مقناطیسی شمال و جنوب اور مشرق و مغرب کی سمتیں بنانے والے دو عمودی چھوٹے خط بنا لو، اور ان خطوں کے سروں پر شمال، جنوب، مشرق اور مغرب لکھ دو اس کے بعد مقناطیس کو کاغذ کے وسط میں مقناطیسی شمال و جنوب کی سمت میں مقناطیس کا شمالی سرا جنوب کی طرف کر کے رکھو اور پنسل سے کاغذ پر مقناطیس کا خاکہ بنا لو تاکہ کاغذ پر اس کا مقام معین رہے۔ کمپاسی سوئی کو مقناطیس کے کسی ایک سرے کے قریب رکھ کر یہ دیکھو کہ سوئی کا دوسرا سرا کہاں ٹھہرتا ہے، سوئی کے دوسرے سرے کے مقام پر ایک نشان بنا لو پھر اس نشان پر سوئی کے اس سرے کو رکھو جو کہ مقناطیس کے قریب تر واقع تھا، اور دوسرے سرے کے مقام کی مکرر تعیین کرو اس طرح سے اس وقت تک نشانات بنائے جاؤ جب تک کہ یا تو کاغذ کا سرا نہ آجائے یا مقناطیس کے دوسرے قطب تک نشانات کا سلسلہ نہ پہنچ جائے ان تمام نشانات کو ایک مسلسل منحنی کے ذریعے ملا دو اور اس قسم کا ایک منحنی نہ صرف مقناطیس کے مختلف نقاط سے حاصل کرو بلکہ کاغذ کے مختلف نقاط سے بھی بناؤ۔ حتیٰ کہ نقاط تعدیلی کے مقامات کی تعیین ہو جائے، نقاطِ تعدیلی مقناطیس کے مرکز سے جس فصل ع پر واقع ہوں اسے ناپ لو اور ضابطہ (۴۸) کی مدد سے ا کی قیمت کو ۰٫۳۶ مان کر م معلوم کر لو پھر اسے مقناطیس کے حجم سے تقسیم کر کے مقناؤ کی حدت دریافت کر لو۔

شکل ۶۲

ف = ...، ل = ...، ف۲ = ...، ل۲ = ...، ۲ف = ...

م = ...

مقناطیس کا حجم = ... لہذا مقناؤ کی حدت = ...

جس کاغذ پر خطوطِ قوت مرتسم کئے جائیں اسے بیاض میں چسپاں کر لیا جائے۔

نوٹ:- خطوطِ قوت مقناطیس کے خاکے کی طرف خارج کئے جانے پر خاکے کے اندر جن نقاط پر ملیں، وہی مقناطیس کے قطبوں کے مقامات ہوں گے ان نقاط کا درمیانی فصل مقناطیس کا موثر طول ۲ ل ہوگا۔

تجربہ ۹۱۔ ایک سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں اس کا شمالی سرا شمال کی طرف کرکے رکھو، اور زمین اور مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی سے مقناطیس کا معیار اثر معلوم کرو۔

تجربہ ۹۰ کی طرح خطوط قوت مرتسم کرکے نقاط تعدیلی کی تعین کرلی جائے، اور ضابطہ (۴) کی مدد سے معیار اثر کی قیمت معلوم کرلی جائے۔

ف = ...، ل = ...، فـ۲ = ...، ل۲ = ...

م = ...

تجربہ ۹۲۔ ایک سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت میں رکھ کر زمین اور مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی سے مقناطیس کی قطبی طاقت معلوم کرو:۔

تجربہ ۹۰ کی طرح خطوط قوت کی ترسیم کرکے نقاط تعدیلی کے مقامات کی تعین کرلی جائے، اس صورت میں نقاط تعدیلی ع اور عَ (شکل ۶۳) پر واقع ہوں گے، ع پر سے گزرتا ہوا ایک خط مقناطیسی شمال و جنوب کی سمت میں کھینچو۔ ع ج اور ع ش کو ملاؤ، مان لو کہ

ع ج = ف۱ اور ع ش = ف۲ اور

∠ ج ع م = عہ۱ اور

∠ ش ع م = عہ۲ تو

$ا = \frac{ط}{ف_1^2} \text{جم عہ}_1 - \frac{ط}{ف_2^2} \text{جم عہ}_2$

ف۱ اور ف۲ کو ناپ لو اور عہ۱ اور عہ۲ کی قیمتیں معلوم کرلو۔

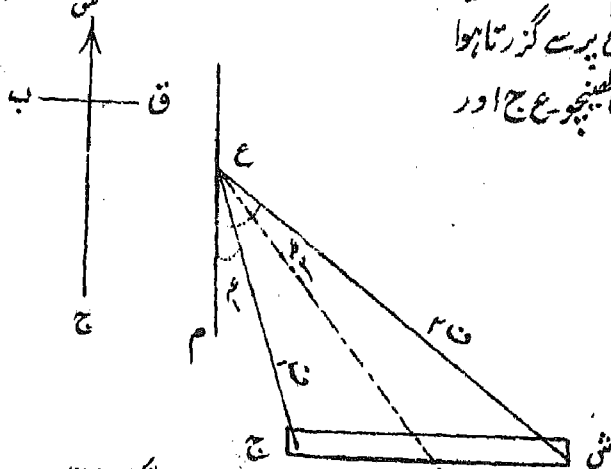
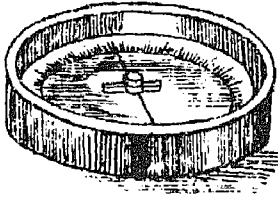
شکل ۶۳

ف۱ = ... ف۱۲ = ...

ف۲ = ... ف۲۲ = ...

عہ۱ = ... جم عہ۱ = ...

عہ۲ = ... جم عہ۲ = ...

ط = ...

انصرافی مقناطیسیت پیما

سادہ ترین قسم کے انصرافی مقناطیسیت پیما (شکل ۶۴) میں ایک چھوٹی مقناطیسی سوئی ہوتی ہے جس پر علی القوائم ایک بڑا مگر ہلکا نمایندہ جڑا ہوتا ہے۔ یہ سوئی ایک انتصابی ٹیکن پر اس طرح قائم ہوتی ہے کہ وہ افقی وضع میں آزادی کے ساتھ حرکت کر سکتی ہے۔ نمایندہ ایک درجہ دار دائرہ پر حرکت کرتا ہے جس کے نیچے ایک آئینہ لگا ہوتا ہے۔ یہ کل انتظام ایک گول پیتلی ڈبہ میں بند ہوتا ہے۔ پیتلی ڈبہ کے اوپر شیشہ لگا دیا جاتا ہے تاکہ نمایندے کی حرکت کا مشاہدہ ہو سکے۔ مقناطیسیت پیما کو ایک چوبی پیمانے پر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ سوئی کا مرکز چوبی پیمانے کے نقطۂ وسطی پر رہے۔ اس چوبی پیمانے کے مختلف نقاط پر مقناطیسوں کے مرکزوں کو رکھ کر ان کی مختلف وضعوں کے لئے انصرافوں کی پیمائش سے اثری معیاروں کا مقابلہ کیا جا سکتا ہے۔

شکل ۶۴

تجربہ ۹۳۔ طریقۂ انصراف سے دئے ہوئے مقناطیسوں کے اثری معیاروں کا مقابلہ کرنا:۔

(۱) سیدھی وضع۔ مماسوں یا مساوی فاصلوں کا طریقہ:۔

مقناطیسیت پیما کے ذریعے مقناطیسی نصف النہار کی تعیین کر کے میز پر اس سمت کے علی القوائم یعنے مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت میں ایک چوبی پیمانہ رکھ دیا جاتا ہے۔ اس کے بعد مقناطیسیت پیما کا صندوقچہ چوبی پیمانے پر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اس کا مرکز چوبی پیمانے کے نقطۂ وسطی پر واقع ہو۔ صندوقچہ کو اس قدر گھمایا جاتا ہے کہ نمایندہ صفر کے نشانات کو ملانے والے خط پر منطبق ہو جائے۔ بعد ازاں دئے ہوئے مقناطیسوں میں سے کسی ایک کو چوبی پیمانے پر اس طرح لٹا دیا جاتا ہے کہ مقناطیس کا محور پیمانے کی وضع کے متوازی ہو (سیدھی وضع) مقناطیس کے مرکز اور مقناطیسیت پیما کے مرکز کا درمیانی فاصلہ ف ناپ لیا جاتا ہے مقناطیس کا نصف موثر طول ل تجربہ شروع کرنے سے قبل ہی معلوم کر لیا جاتا ہے۔ مقناطیسیت پیما کے نمایندے کے دونوں طرف کے منفرجے لے لئے جاتے ہیں۔ پھر مقناطیس کے مرکز کا مقام بدلے بغیر اسے اس طرح ترتیب دیا جاتا ہے کہ پہلے جس طرف اس کا شمالی سرا تھا، اب اُس طرف اس کا جنوبی سرا ہو اور نمایندہ کے اس صورت میں حاصل ہونے والے دونوں منفرجے بھی لے لئے جاتے ہیں۔ مقناطیس کو چوبی پیمانے کی دوسری جانب اسی قدر فصل اور اسی وضع میں ترتیب دے کر اسی طرح کے اور چار مشاہدات لئے جاتے ہیں۔ ان آٹھوں مشاہدات کے اوسط کو زاویہ عہ تصور کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد دوسرے مقناطیس کا نصف موثر طول لَ معلوم کر کے اس کو بھی چوبی پیمانے پر اسی قدر فصل پر اور اسی وضع میں رکھ کر اسی طرح کے اور آٹھ مشاہدات لئے جاتے ہیں اور ان کے اوسط سے عہَ کی قیمت معلوم کی جاتی ہے۔ اگر پہلے مقناطیس کا معیار اثر م اور دوسرے مقناطیس کا

معیاثر م ہو تو

$$\frac{م_۱}{م_۲} = \frac{(ف^۲ - ل^۲)^۲ \text{ مس } عہ}{(ف^{۲} - ل^{۲})^۲ \text{ مس } عہَ}$$

مقناطیس ع۱ کا موثر طول ۲ ل = ... ، ∴ ل = ... ، ل^۲ = ...

مقناطیس ع۲ کا موثر طول ۲ لَ = ... ، ∴ لَ = ... ، لَ^۲ = ...

ف = ... ، ف^۲ = ... (ف^۲ - ل^۲)^۲ = ... ، (ف^۲ - لَ^۲)^۲ = ...

مقناطیس ع۱ کی صورت میں انصراف عہ = ... ، ....
= .... ، ....
= .... ، ....
= .... ، ....

∴ عہ = ...
مس عہ = ...

مقناطیس ع۲ کی صورت میں انصراف عہَ = ... ، ....
= .... ، ....
= .... ، ....
= .... ، ....

∴ عہَ = ...
مس عہَ = ...

لہٰذا $\frac{م_۱}{م_۲}$ = ...
....

(ب) سیدھی وضع ۔ عدم انصراف کا طریقہ :۔

دونوں مقناطیسوں کو سیدھی وضع میں چوبی پیمانے پر اس طرح لٹایا جاتا ہے کہ ایک مقناطیس مقناطیسیت پیما کے مشرق کی جانب ہو، اور دوسرا مغرب کی جانب، پھر ان مقناطیسوں کے فاصلوں کو ترتیب دے کر نمایندے کے انصراف کو صفر بنایا جاتا ہے ۔ اس صورت میں مقناطیسوں کے مشابہ قطبوں کے رُخ مقناطیسیت پیما کی طرف ہونا چاہئیں ۔ جب انصراف کی قیمت صفر ہو جاتی ہے، اُس وقت مقناطیسیت پیما کے مرکز سے مقناطیسوں کے مرکزوں کو جو دوریاں حاصل ہوں انھیں ناپ لیا جاتا ہے، اگر ان دونوں دوریوں کی قیمتیں علی الترتیب ف اور فَ ہوں تو

$$\frac{م_1}{م_2} = \frac{ف'(ف^2 - ل^2)^2}{ف(ف'^2 - ل^2)^2}$$

$ف = $ ....، $ف^2 = $ ....، $(ف^2 - ل^2)^2 = $ ....

$ف' = $ ....، $ف'^2 = $ ....، $(ف'^2 - ل^2)^2 = $ ....

$\frac{م_1}{م_2} = $ ....

....

(ج) آڑی وضع ۔ مماسوں، یا مساوی فاصلوں کا طریقہ:۔

چوبی پیمانے کو اس قدر پھرایا جاتا ہے کہ وہ مقناطیسی نصف النہار یعنے شمال وجنوب کی سمت میں آجائے، پھر مقناطیسیت پیما کے مرکز کو پیمانے کے نقطۂ وسطی پر رکھ کر مقناطیسیت پیما کو اس قدر گھمایا جاتا ہے کہ نما بندہ دائری پیمانے کے صفر کے نشانات کو ملانے والے خط پر منطبق ہو جائے۔ مقناطیس ع۱ کو چوبی پیمانے پر اس طرح رکھا جاتا ہے کہ اُس کا محور مقناطیسی مشرق ومغرب کی سمت میں ہو، اور اس کا مرکز مقناطیسیت پیما کے مرکز سے ایک خاص فصل ف پر واقع ہو۔ تجربہ ۹۳ (ا) کی طرح آٹھ مشاہدات لے کر اُن کے اوسط سے عہ کی قیمت معلوم کی جاتی ہے، اسی طرح مقناطیس ع۲ کے لئے ف کی قیمت بدلے بغیر عہ′ کی قیمت معلوم کی جاتی ہے اس صورت میں

$$\frac{م_1}{م_2} = \frac{(ف^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}}{(ف'^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{مس\ عہ}{مس\ عہ'}$$

$ف = $ ....، $ف^2 = $ ....، $(ف^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}} = $ ....، $(ف'^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}} = $ ....

مقناطیس ع۱ کی صورت میں انصراف عہ = ...، ....
= ....، ....
= ....، ....
= ....، ....

∴ عہ = ...

مس عہ = ...

مقناطیس ع۲ کی صورت میں انصراف عہ′ = ...، ....
= ....، ....
= ....، ....
= ....، ....

∴ عہ′ = ...

مس عہ′ = ...

لہٰذا $\frac{م_1}{م_2} = $ ....

(د) آڑی وضع ۔ عدم انصراف کا طریقہ :۔

دونوں مقناطیسوں کو آڑی وضع میں چوبی پیمانے پر اس طرح لٹایا جاتا ہے کہ ایک مقناطیس مقناطیسیت پیما کے شمال کی جانب ہو، اور دوسرا جنوب کی جانب، مقناطیسوں کے فاصلوں کو ترتیب دے کر نما بیدے کے انصراف کو صفر بنایا جاتا ہے۔ اور اس صورت میں مقناطیسوں کے مرکز مقناطیسیت پیما کے مرکز سے جن فاصلوں ف اور فَ پر واقع ہوتے ہیں انھیں ناپ لیا جاتا ہے۔

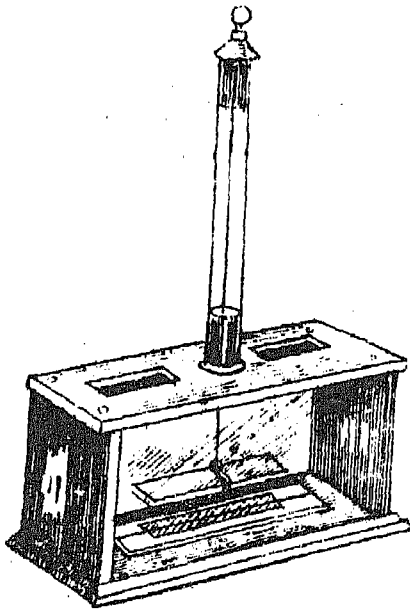
$$\frac{م_1}{م_2} = \frac{(ف^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}}{(فَ^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}}$$

ف = ... ، $ف^2$ = ... $(ف^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}$ ....

فَ = ... ، $فَ^2$ = ... $(فَ^2 + ل^2)^{\frac{3}{2}}$ ....

$\frac{م_1}{م_2}$ = ...

اہتزازی مقناطیسیت پیما

اہتزازی مقناطیسیت پیما شکل ۶۵ کو استعمال کرتے وقت اس امر کا اطمینان کر لینا چاہیئے کہ ریشۂ تعلیق میں مڑوڑ تو نہیں ہے اسکے لئے رکاب میں مقناطیس کے مساوی کمیت کی پیتل کی ایک سلاخ رکھ کر چھوڑ دو۔ ریشہ میں اگر بل ہوگا تو ریشہ اس کی مخالف سمت میں گردش کرے گا، اور اس طرح بل نکل جائے گا۔ جب پیتل کی سلاخ اپنی وضع سکون پر قایم ہو جائے تو اس کو رکاب سے نکال کر جس مقناطیس سے تجربہ کرنا ہو اُسے رکاب میں رکھ دو، مقناطیس کے قریب کوئی دوسرا مقناطیس لا کر اُسے اہتزاز میں لاؤ، اور اس امر کا اہتمام رکھو کہ زاویہ اہتزاز صغیر ہے، چل گھڑی کی مدد سے سادہ رقاص کی طرح پچاس کامل اہتزازوں کا وقت معلوم کر کے وقتِ دوران دریافت کر لو۔

شکل ۶۵

تجربہ ۹۴۔ طریقۂ اہتزاز سے مقناطیسوں کے اثری معیاروں کا مقابلہ :۔

مقناطیسوں کو یکے بعد دیگرے اہتزاز میں لا کر اِن کے وقتِ دوران و اور وَ معلوم کر لو، اور

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{ج\; و_2^2}{ج'\; و_1^2}$ سے $\frac{م_1}{م_2}$ کی قیمت دریافت کرلو۔

مستطیلی سلاخی مقناطیس کے جمود کا معیارِ اثر = کمیت × $\left\{ \frac{طول^2 + عرض^2}{12} \right\}$

مقناطیس کی کمیت = ...، طول = ...، عرض = ...

∴ ج = ...

مقناطیس ع۲ کی کمیت = ...، طول = ...، عرض = ...

∴ ج' = ...

مقناطیس ع۱ کے پچاس کامل اہتزازوں کا وقت = ... ∴ و = ...، $و^2$ = ...

مقناطیس ع۲ کے پچاس کامل اہتزازوں کا وقت = ... ∴ و' = ...، $و'^2$ = ...

لہٰذا $\frac{م_1}{م_2}$ = ...

اگر جمود کے معیارِ اثر کی تخمین کے بغیر تجربہ ع۹۴ کرنا ہو تو دونوں مقناطیسوں کو ایک رکاب میں اس طرح رکھا جائے کہ دونوں کے ہم جنس قطب ایک ہی طرف واقع ہوں اور مجموعے کا وقفِ دوران $و_1$ معلوم کرلیا جائے۔ اس کے بعد کمزور معیارِ اثر والے مقناطیس کو اُلٹ کر رکھ دیا جائے۔ یعنے اس کا شمالی قطب جس طرف پہلے تھا اس طرف جنوبی قطب کر دیا جائے۔ پھر مجموعے کا وقتِ دوران $و_2$ معلوم کرلیا جائے۔

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{و_1^2 + و_2^2}{و_1^2 - و_2^2}$ سے $\frac{م_1}{م_2}$ کی قیمت معلوم کرلی جائے۔

$و_1$ = ...، $و_1^2$ = ...

$و_2$ = ...، $و_2^2$ = ...

$\frac{م_1}{م_2} = \frac{و_1^2 + و_2^2}{و_1^2 - و_2^2}$ = ... =

تجربہ ع۹۵۔ زمین کے مقناطیسی میدان کے اُفقی جزو کی تعین، یا دئے ہوئے مقناطیس کے مقناطیسی معیارِ اثر م کی تخمین :—

تجربہ ع۹۳ کی طرح مقناطیس کو سیدھی وضع میں رکھ کر انصراف عہ کی قیمت معلوم کرلی جائے۔ پھر مقناطیس کو اہتزازپیما میں لاکر اس کا وقتِ دوران و معلوم کرلیا جائے۔ تجربہ شروع کرنے سے قبل مقناطیس کا موثر طول ۲ل معلوم کرکے نصف موثر طول ل کی قیمت معلوم کرلی جائے۔

تجربۂ انصراف

مقناطیس کا موثر طول ۲ ل = ... ∴ ل = ... ، $ل^2$ = ...

مقناطیس کے مرکز اور انصرافی مقناطیسیت پیما کے مرکز کا درمیانی فصل ف = ...

$ف^2$ = ...، $(ف^2 - ل^2)^2$ = ...

انصراف عہ = ...، ....

= ....، ....

∴ عہ = ...، ....

مس عہ = ...، ....

لہٰذا $\frac{م}{ا}$ = ...

.... ضابطہ (۱)

تجربۂ اہتزاز:-

مقناطیس کے پچاس کامل اہتزازوں کا وقت = ...، ∴ وقتِ دوران و = ...، $و^2$ = ...

مقناطیس کی کمیت ک = ...، طول = ...، عرض = ...

∴ مقناطیس کے جمود کا معیارِ اثر جح = ...

....

لہٰذا م ا = ...

.... ضابطہ (۳)

$م^2$ = ...

م = ...

$ا^2$ = ...

ا = ...

تجربہ ۹۶ ۔ دئے ہوئے مقناطیسوں کے میدانوں کا مقابلہ، طریقۂ اہتزاز سے

اہتزازی مقناطیسیت کو محض زمین کے مقناطیسی میدان میں اہتزاز میں لا کر اس کا وقتِ دوران و معلوم کرلو پھر دئے ہوئے مقناطیسوں میں سے کسی ایک کو اس طرح ترتیب دو کہ اہتزازی مقناطیست پیما کے مقام پر پیدا ہونے والا حاصل مجموعی مقناطیسی میدان مقناطیس کے میدان ح اور زمین کے اُفقی جزو ا کا مجموعہ ہو۔ اس کے لئے مقناطیس کو اہتزاز

کرنے والے مقناطیس کے مرکز اور مقناطیسی شمال وجنوب میں گزرنے والے خط پر رکھ کر اُسے اس طرح مرتب کرنا چاہیئے کہ مقناطیس کی عدم موجودگی کی صورت میں وقتِ دوران کی قیمت مقناطیس کی موجودگی کی صورت میں حاصل ہونے والے وقتِ دوران کی قیمت سے زاید ہو۔ اس صورت میں وقتِ دوران $و_1$ کی قیمت معلوم کرلو۔ اس کے بعد اس مقناطیس کو ہٹاکر اس کی جگہ دوسرے مقناطیس کو بالکل اسی طرح ترتیب دو۔ اور اس امر کا خیال رکھو کہ پہلے مقناطیس کا مرکز جس مقام پر تھا دوسرے مقناطیس کا مرکز بالکل اُسی مقام پر ہو۔ وقتِ دوران $و_2$ معلوم کرلو، تو اگر پہلے مقناطیس کے باعث پیدا ہونے والے میدان کی حدت $ح_1$ اور دوسرے مقناطیس کے باعث پیدا ہونے والے میدان کی حدت $ح_2$ ہو تو

$$\frac{ح_1}{ح_2} = \frac{\frac{1}{و_1^2} - \frac{1}{و^2}}{\frac{1}{و_2^2} - \frac{1}{و^2}}$$

محض زمین کے میدان میں اہتزازی مقناطیسیت پیما کے مقناطیس کو اہتزاز میں لاکر پچاس کامل اہتزازوں کا وقت معلوم کرو۔

پچاس کامل اہتزازوں کا وقت = ...، وقتِ دوران = ...، $و^2$ = ...

زمین اور مقناطیس ۱ کے مشترکہ میدان $ح + ح_1$ میں اہتزازی مقناطیسیت پیما کے مقناطیس کو اہتزاز میں لاکر پچاس کامل اہتزازوں کا وقت معلوم کرو۔

پچاس کامل اہتزازوں کا وقت = ...، وقتِ دوران $و_1$ = ...، $و_1^2$ = ...

زمین اور مقناطیس ۲ کے مشترکہ میدان $ح + ح_2$ میں اہتزازی مقناطیسیت پیما کے مقناطیس کو اہتزاز میں لاکر پچاس کامل اہتزازوں کا وقت معلوم کرو۔

پچاس کامل اہتزازوں کا وقت = ...، وقتِ دوران $و_2$ = ...، $و_2^2$ = ...

$\therefore \frac{ح_1}{ح_2}$ = ...

....

....

چند برقی آلات

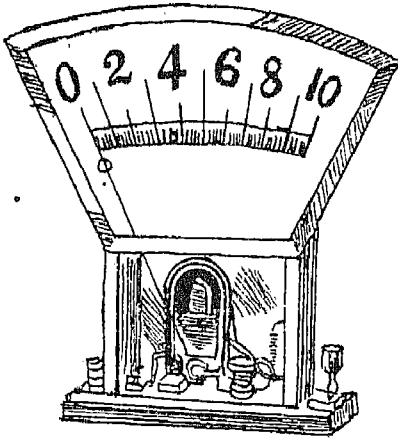
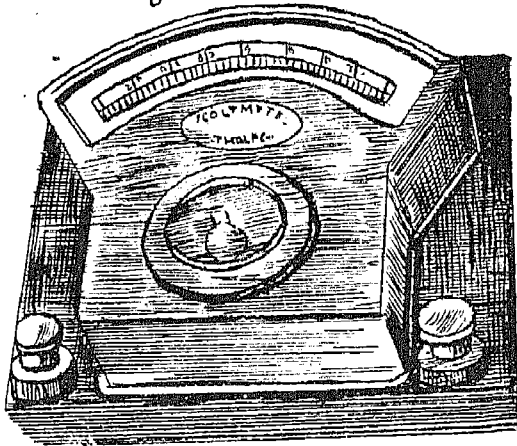
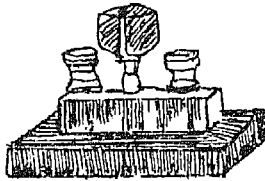
شکل ۶۶

لکلانشوی خانہ۔ شکل ۶۶ میں ایک شیشے کا برتن ہوتا ہے جس میں نوشادر کا مرتکز محلول ڈالا جاتا ہے۔ کاربن کی ایک سلاخ کو ایک مسامدار استوانہ نما برتن میں رکھ کر برتن کو کاربن کے ٹکڑوں اور مینگنیز ڈائی اکسائیڈ کے آمیزے سے خوب اچھی طرح بھر کر نوشادر کے محلول میں داخل کر دیا جاتا ہے۔ اس خانے کا مثبت قطب کاربن کی سلاخ اور منفی قطب جست کی سلاخ ہے مینگنیز ڈائی اکسائیڈ ایک سست سا دافع تقطیب ہے اس لئے اگر خانہ مسلسل استعمال میں رہے تو بہت جلد مقطب ہو جاتا ہے۔ دانیالی خانہ شکل ۶۷ میں تانبے اور جست کی سلاخیں استعمال کی جاتی ہیں اور کاپر سلفیٹ کا مرتکز محلول دافع تقطیب کے طور پر استعمال ہوتا ہے۔ اس کا بیرونی برتن شیشے کا ہوتا ہے۔ اس برتن کے اندر تانبے کی سلاخ رکھی رہتی ہے اور ایک مسامدار برتن بھی ہوتا ہے جو کاپر سلفیٹ کے طاقتور محلول سے گھرا رہتا ہے۔ مسامدار برتن میں جستی سلاخ اور ہلکایا ہوا سلفیورک ترشہ رکھے جاتے ہیں ترشہ میں جستی سلاخ داخل کرنے سے پہلے اس کی پارے سے تلغیم کر دی جاتی ہے۔

شکل ۶۷

ثانوی خانہ یا جامع۔ جب ہلکایا ہوا سلفیورک ترشہ سیسے کے پتروں کے درمیان رکھ کر برق پاشیدہ کیا جاتا ہے تو زیر برقیرہ پر لیڈ پر آکسائیڈ کی تہ جم جاتی ہے اور زبر برقیرہ غیر متغیر رہتا ہے پھر جب دور کو توڑ دیتے ہیں اور خانے کے سروں کو تار کے ذریعے باہم جوڑ دیتے ہیں تو تقطیبی رو حاصل ہوتی ہے جو خانے میں سے پہلی رو کی سمتِ مخالف میں چلتی ہے، اس قسم کی ترتیب کو ثانوی خانہ، یا جامع، یا ذخیرہ خانہ کہتے ہیں۔ جامع خانے عموماً بہت سے مثبت اور منفی پتروں کو متوالی ترتیب میں پاس پاس رکھ کر بنائے جاتے ہیں۔ ان پتروں میں سے باہر کی طرف کے پترے ہمیشہ منفی ہوتے ہیں۔ شکل ۶۸ میں عام قسم کے جامع خانے کی تصویر دکھائی گئی ہے جامع خانہ

شکل ۶۸

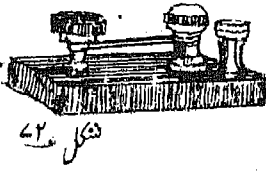
جب پورے طور پر بھرا ہوتا ہے تو اس کا اختلافِ قوۃ علی العموم (۲) اولٹ سے کچھ زاید ہوتا ہے۔

ام پیما۔ ایسے رو پیما کو ام پیما کہتے ہیں جس کی درجہ بندی اس طریقہ پر ہوتی ہے کہ اس پر سے بہنے والے رَو کی قیمت ایمپیروں اور ایمپیروں کی کسروں میں ایک ایسے نمایندے کے ذریعے راست طور پر پڑھی جاسکے جو ایک درجہ دار پیمانے پر حرکت کرتا ہے، متحرک لچھے والے ام پیما شکل ۶۹ کی بناوٹ بعینہٖ معلق لچھے والے رَو پیما کی سی ہوتی ہے، فرق محض لچھے کی تعلیق میں ہوتا ہے۔ لچھا علی العموم کھونٹیوں یا کیلوں کے سہارے قایم ہوتا ہے، اور اس کی حرکت ایک یا دو بال کمانیوں کے تابع رہتی ہے، یہی بال کمانیاں برقی رَو کو لچھے تک پہنچاتی اور اس کے باہر لے جاتی ہیں۔

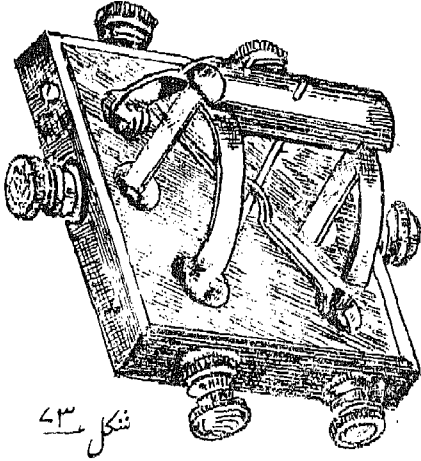
شکل ۶۹

اولٹ پیما۔ یہ ایک ایسا آلہ ہے جس کو برقی دورکے کوئی سے دو نقطوں کے ساتھ ملانے سے ان نقطوں کا درمیانی تفاوت قوہ راست طور پر معلوم ہو جاتا ہے، متحرک لچھے والے اولٹ پیما شکل ۷۰ کی بناوٹ متحرک لچھے والے ام پیما کی طرح متحرک لچھے والے رَو پیما کے مشابہ ہوتی ہے۔ لیکن اولٹ پیما کے ساتھ ایک مزید مزاحمت کا لچھا ہم سلسلہ شامل ہوتا ہے، جس کی مزاحمت عام طور پر بہت بڑی ہوتی ہے، تاکہ اولٹ پیما پر سے رَو نہ بہنے پائے، ورنہ جن نقطوں کے ساتھ اس کو ملایا جاتا ہے ان کے تفاوتِ قوہ کے گھٹ جانے کا اندیشہ ہے۔

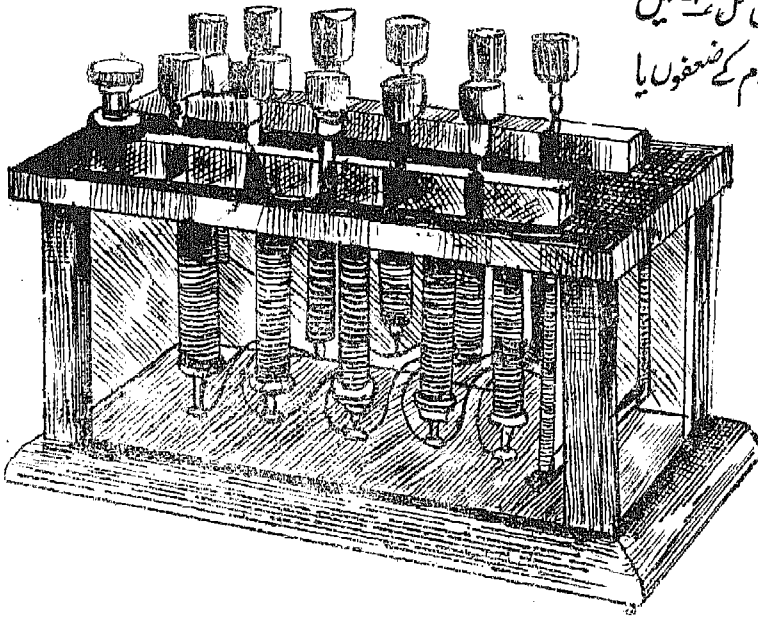
شکل ۷۰

جب برقی رَو دیر تک جاری رکھنا مقصود ہوتا ہے تو موصلوں میں قلیل مزاحمت کا اچھا جوڑ ملانے کے لئے ڈاٹ کنجی شکل ۷۱ استعمال کی جاتی ہے۔

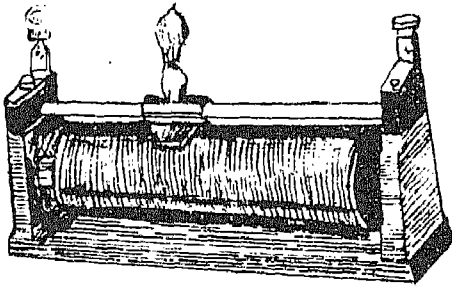
شکل ۷۱

داب کنجی۔ شکل ۴۲۔ موصل میں صرف اس وقت تک تماس قایم رکھتی ہے
تک اس کی کمانی پر دباؤ پڑتا رہے، دباؤ موقوف ہوتے ہی کمانی
آپ سے آپ تماس توڑ دیتی ہے۔

شکل ۴۲

منقلب۔ منقلب اس آلے کو کہتے ہیں جس کے ذریعے برقی دور کے
کسی مخصوص حصے میں (عموماً تماسی رو پیما میں) دور کی تکمیل کرنے والے
تاروں کو کھولے بغیر رَو کی سمت الٹ دی جاتی ہے شکل ۴۳ میں
پول والے منقلب کی تصویر دی گئی ہے أ اور ب دو سرے ہیں
جن سے کہ خانے یا مورچے کے مثبت و منفی سروں کو ملایا جاتا ہے،
جس آلے پر کہ برقی رَو کو الٹ دینا مقصود ہوتا ہے اس کے
سرے ہ یا ج، د کے ساتھ ملا دئے جاتے ہیں یا ھ، و کے ساتھ اس کے
متحرک حصے س ر کے سرے (جن کی تعداد (۶) ہوتی ہے) پارے سے
بھرے ہوئے سوراخوں میں ڈوبے رہتے ہیں۔

شکل ۴۳

مزاحمت کا بکس۔ معمولی مزاحمت کے بکس شکل ۴۴ میں
متعدد لچھے ہوتے ہیں جن کی مزاحمتیں ایک اوم کے ضعفوں یا
اعشاری حصوں پر مشتمل ہوتی ہیں
ان مزاحمت کے لچھوں کو چھوٹی چھوٹی
چرخیوں پر اس طرح لپیٹا جاتا ہے کہ
ان کی ذاتی امالیت کی قیمت کم سے کم
رہے۔ لپیٹنے کے بعد ان کو پیرافینی
موم میں تر کر لیا جاتا ہے! ان لچھوں کو
ایک صندوقچے میں بند کر دیا جاتا ہے
صندوقچے کا ڈھکن ولکنائیٹ کی
ایک تختی ہوتی ہے۔ لچھوں کے سرے

شکل ۴۴

اِن تختیوں میں سے باہر لائے جاتے ہیں اور ولکنائیٹ کی تختی پر لگے ہوئے موٹے موٹے پیتل کے کندوں سے جوڑ دیئے جاتے ہیں۔ کندوں کے مابین پیتل کی موٹی موٹی ڈاٹیں لگا دی جاتی ہیں۔ ڈاٹوں کی سطح گھس کر ایسی بنائی جاتی ہے کہ اِن کا آدھا آدھا حصہ ایک ایک کندے سے چسپیدہ رہتا ہے۔ اس لئے جب کندوں کے بیچ میں ڈاٹیں بٹھا دی جاتی ہیں تو لچھے ایک دوسرے کے ساتھ نہایت قلیل مزاحمت کے واصلوں کے ذریعے متعلق ہو جاتے ہیں۔ اگر کسی ڈاٹ کو اس کے متعلقہ سوراخ میں سے نکال لیا جائے تو برقی رَو کو مزاحمت کے اُس لچھے میں سے گزرنا پڑتا ہے جس کے سروں کو یہ ڈاٹ جوڑے ہوئے ہوتی ہے سوراخ کے محاذی اُس لچھے کی مزاحمت لکھی ہوئی ہوتی ہے۔ جب مزاحمت کے بکس کو کسی برقی دور میں شامل رکھا جاتا ہے تو جن سوراخوں سے ڈاٹیں نکالی جاتی ہیں اِن کے محاذی لکھی ہوئی مزاحمتوں کو جمع کرنے سے شریک دور مجموعی مزاحمت کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔

جب کسی تجربے میں مزاحمت کا بکس استعمال کیا جاتا ہے تو اس کے سوراخوں میں سے ڈاٹیں نکالتے وقت یا اِن کے اندر ڈاٹیں داخل کرتے وقت اس امر کا خیال رکھنا چاہیئے کہ ڈاٹوں کو حسب موقع کھینچنے یا دبانے کے علاوہ اِن کو کسی قدر گھمانا بھی ضروری ہے۔ بڑی طاقت کی رَو مثلاً ثانوی یا ذخیرہ خانوں سے حاصل ہونے والی رَو سے تجربہ کرتے وقت مزاحمت کے بکس کا استعمال مناسب نہیں کیونکہ ایسی صورتوں میں لچھوں کے گرم ہو کر جل جانے کا اندیشہ رہتا ہے۔

پھسلوان مقوم۔ شکل ۷۵ میں تار ایک مجوز استوانے پر لپیٹا جاتا ہے۔ مقوم کے ایک بند پیچ سے تار کا ایک سرا باندھ دیا جاتا ہے اور تار کا دوسرا سرا اُس بند پیچ سے متعلق کر دیا جاتا ہے جو ایک پھسلوان واصل سے لگا ہوا ہوتا ہے اور جو استوانے کے محور کے متوازی حرکت کرتا ہے۔ اس پھسلوان واصل کو استوانے پر اِدھر اُدھر ہٹا کر تار کے کسی بھی نقطے سے تماس پیدا کیا جا سکتا ہے۔ اور

شکل ۷۵

اس طرح تار کے ایک خاص طول کی مزاحمت کو حسب مرضی شریک دور رکھا جا سکتا ہے۔ اس قسم کی مزاحمتوں پر عموماً اُس بڑی سے بڑی رَو کی قیمت لکھی ہوتی ہے جیسے کہ اُن میں سے گزارا جا سکتا ہے۔ اُس سے بڑی رویں اگر ان ترتیب پذیر مزاحمتوں میں گزاری جائیں تو ان کے خراب ہونے کا اندیشہ ہے۔

برقی رو

جس تار پر سے برقی رَو بہہ رہی ہوتی ہے اس کے گرد ایک مقناطیسی میدان پیدا ہو جاتا ہے۔ تار کے قریب کمپاسی سُوئی لاکر اس کے وجود کا پتہ چلایا جا سکتا ہے جب کمپاسی سُوئی اس قسم کے تار کے قریب لائی جائے گی تو وہ اپنی وضع سکون سے منصرف ہو جائے گی، یا تار کو اگر کسی دفتی میں سے گذار کر اس دفتی پر لیچون ہموارانہ چھڑک دیا جائے تو لیچون خطوطِ قوت کی شکل میں ترتیب پا جائے گا، یا کسی تار کے لچھے کے اندر نرم لوہے، یا فولاد کے ٹکڑے کو رکھ کر اگر اس لچھے میں سے رو گذاری جائے تو وہ لوہے، یا فولاد کا ٹکڑا مقناطیس بن جائے گا۔

نظام س۔گ۔ث میں برقی رَو کی مطلق اکائی وہ رَو ہے جو ایک سم نصف قطر کے دائرہ کی قوس کی شکل میں مڑے ہوئے ایک سم طول کے تار پر سے گزر کر اس کے مرکز پر واقع اکائی مثبت مقناطیسی قطب کو ایک ڈائین کی قوت سے متاثر کرے۔ رَو کی اس مطلق اکائی کے دسویں حصے کو عملی اکائی کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے، اس کا نام ایمپیر ہے۔

اگر رَو کی ر اکائیاں ایک ایسے دور میں سے گذر رہی ہوں جس کا طول ل اور نصف قطر ص ہو تو اس دائروی دور کے مرکز پر مقناطیسی میدان کی حدت $\frac{ر ل}{ص^2}$ ہوگی، اور مقناطیسی میدان کی سمتِ عمل دائرہ کی سطح پر علی القوائم ہوگی۔ ظاہر ہے کہ اگر دور صرف ایک مکمل دائرہ پر مشتمل ہو تو

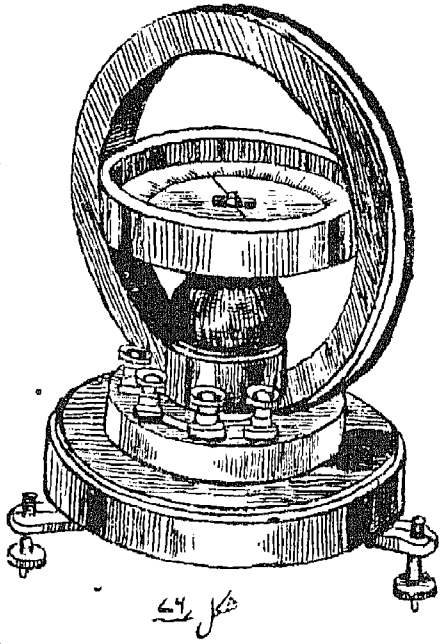
ل = ۲π ص اور اگر دور ص نصف قطر کے ن مکمل دائروں پر مشتمل ہو تو ل = ۲π ص × ن

اس صورت میں دائروی دور کے مرکز پر

$$\text{مقناطیسی میدان کی حدت} = \frac{ر \times ل}{ص^2} = \frac{ر \times ۲\pi ص ن}{ص^2} = \frac{۲\pi ن ر}{ص}$$

اس قسم کے دائروی دور کے مرکز پر اگر ایک مقناطیسیت پیما رکھ دیا جائے اور وہ دور میں سے رَو کی ر اکائیوں کے گزرنے کے باعث بہ قدر زاویہ ع منصرف ہو جائے تو

$\frac{۲\pi ن ر}{ص}$ = ſو مس ع یا ر = $\frac{ص ſ}{۲\pi ن}$ مس ع = م مس ع جہاں م مستقل ہے۔ سادہ قسم کا مماسی رَو پیما شکل ۷۶ ایک انتصابی لچھے پر مشتمل ہوتا ہے جس کا محور مقناطیسی شرق و مغرب کی سمت میں واقع ہوتا ہے۔ کبھی اس میں دو، یا تین لچھے بھی ہوتے ہیں جو سب کے سب ایک ہی قالب پر لپیٹ دئے جاتے ہیں۔ ان لچھوں کے چکروں کی تعداد بھی مختلف ہوتی ہے اور ظاہر ہے کہ ان کے نصف قطروں میں بھی

شکل ۷۶

خفیف سا اختلاف ہوگا۔

چکروں کی تعداد اگر گنی نہ جا سکتی ہو اور ان کے نصف قطروں کی تخمین اگر عملاً دشوار ہو، تو بنانے والے خود اِن آلوں پر ان چیزوں کی تشریح کر دیا کرتے ہیں۔

مماسی رَو پیما میں دائروی لچھا مقناطیسی نصف النہار پر منطبق رکھا جاتا ہے۔ لچھے کے مرکز پر ایک مقناطیسیت پیما جما دیا جاتا ہے۔ لچھے پر سے رَو کے گزرنے کی صورت میں مقناطیسیت پیما کی سوئی رَو کے باعث پیدا ہونے والے مقناطیسی میدان اور زمین کے اُفقی جز کے زیر اثر ایک خاص وضع سکون اختیار کر لیتی ہے۔ یہ دونوں میدان چوں کہ ایک دوسرے پر عمود وار عمل کرتے ہیں اس لئے ظاہر ہے کہ اگر ان کے زیر اثر سوئی بہ قدر زاویہ عہ منصرف ہو جائے۔

$$\text{رو} = \frac{\text{ص ا}}{\text{۲}\pi\text{ن}}\ \text{مس عہ} = \text{م مس عہ}$$ (مطلق اکائیاں)

$$\text{رو} = \frac{\text{۱۰ ص ا}}{\text{۲}\pi\text{ن}}\ \text{مس عہ} = \text{مَ مس عہ}$$ (ایمپیر یعنی عملی اکائیاں)

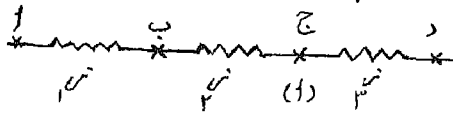
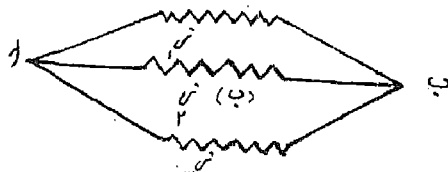
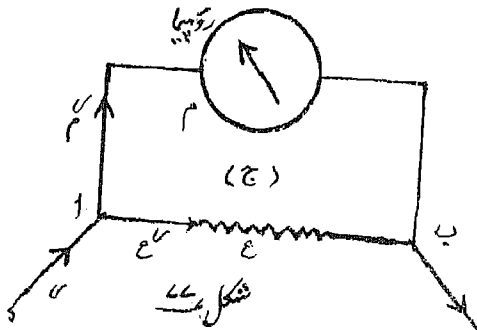
م اور مَ کو مماسی رَو پیما کے تحویلی جز، یا مستقل کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔ رو پیما کے جز تحویلی یا مستقل کی قیمت اُس رَو کے مساوی ہوتی ہے جو رَو پیما کی سوئی کو بہ قدر ۴۵ منصرف کر دے۔

رو پیما کو استعمال کرنے سے قبل اس کے قاعدے پر لگے ہوئے پیچوں کی مدد سے پہلے اُسے مسطح کر لینا چاہیئے۔ اس کے بعد لچھے کو اس قدر گھمانا چاہیئے کہ اُس کا مستوی مقناطیسی نصف النہار پر منطبق ہو جائے اور مقناطیسیت پیما کی سوئی پر عمود وار لگا ہوا نمایندہ دائروی پیمانے کے صفر نشانوں کو ملانے والے خط پر قایم ہو جائے۔

رو پیما کے مختلف چکروں کے اجتماع سے رو پیما کی حساسیّت (مس عہ / رو) حسب ضرورت گھٹائی بڑھائی جا سکتی ہے۔ اور اس طرح ایک ہی رو پیما سے مختلف قیمتوں کی رو کی تعین ممکن ہو جاتی ہے۔

قوت محرک برق، مزاحمت، اور کلیۂ اوہم:۔

برق بلند تر قوۃ کے محل سے پست تر قوۃ کے محل کی طرف حرکت کا تقاضا کرتی ہے اور دو نقاط کے مابین برق کا انتقال ان نقاط کے اختلافِ قوۃ کا نتیجہ ہوتا ہے۔ جب تک برقی رَو واصل تار میں جاری رہتی ہے برقی قوتیں برابر کام کرتی رہتی ہیں۔ سادہ قسم کے برقی دور میں یہ کام واصل تار میں بشکل حرارت نمودار ہوتا ہے۔
اگر دو نقاط کا اختلافِ قوۃ ب ہوا اور ان نقاط کو ملانے والے تار میں و ثانیوں تک گزرنے والی رَو کی مقدار ر ہو تو کام = ر × و × ب بنا بریں

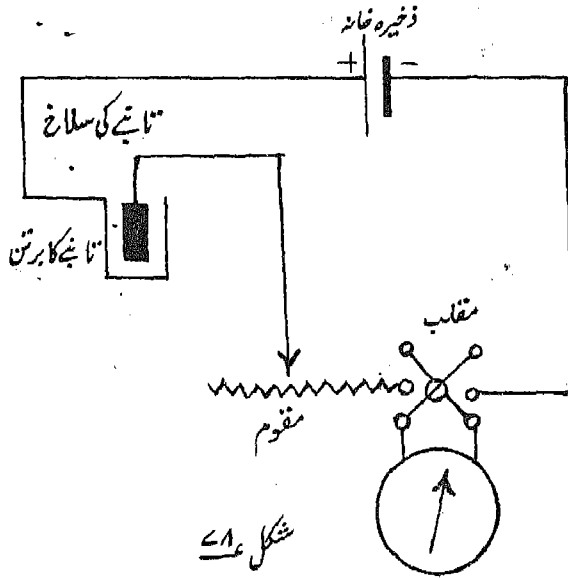
اکائی اختلافِ قوۃ سے وہ اختلافِ قوت مراد ہے جس میں رَو کی ایک مطلق اکائی فی ثانیہ ایک ارگ کام کررہی ہو۔ اختلافِ قوۃ کی عملی اکائی اولٹ ہے، ایک اولٹ = ۱۰^۸ اختلافِ قوۃ کی مطلق اکائیاں۔
کلیۂ اوہم:۔ ہموار تراش کے تار میں رَو تار کے سروں کے اختلافِ قوۃ کے متناسب ہوتی ہے یعنے تار کے سروں کے اختلافِ قوۃ ب اور اس میں گزرنے والی رَو ر کی باہمی نسبت ایک مقدارِ مستقل ہے،
$\frac{\text{اختلافِ قوۃ}}{\text{رَو}} = \frac{\text{ب}}{\text{ر}}$ کو موصل کی مزاحمت ز کہتے ہیں۔
اگر موصل کے سروں کا اکائی اختلافِ قوۃ موصل میں اکائی طاقت کی رَو پیدا کرتا ہو تو موصل کی مزاحمت اکائی ہوگی، مزاحمت کی عملی اکائی ۱۰^۹ مطلق اکائیوں کے برابر قرار دی گئی ہے، اسے اوہم کہتے ہیں۔
کسی موصل کی مزاحمت ز کے متکافی یعنے $\frac{1}{\text{ز}}$ کو موصل کی ایصالیت کہتے ہیں۔

اگر $ز_1$، $ز_2$، $ز_3$ مزاحمتوں کو ہم سلسلہ یعنے شکل ۷۷ ا کی طرح ملایا جائے تو ان کی معادلی مزاحمت ز ان تمام مزاحمتوں کا مجموعہ ہوتی ہے $ز = ز_1 + ز_2 + ز_3$
جب یہ مزاحمتیں ہم توازی یعنے شکل ۷۷ ب کی طرح ملائی جاتی ہیں تو معادلی ایصالیت ان کی ایصالیتوں کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔ $\frac{1}{ز} = \frac{1}{ز_1} + \frac{1}{ز_2} + \frac{1}{ز_3}$
اگر شکل ۷۷ ج کی طرح کسی رَو پیما کے ساتھ ایک مزاحمت ع کو ہم توازی جوڑ دیا جائے تو نقطہ ا پر داخل ہونے والی رَو دو حصوں میں منقسم ہو جاتی ہے ایک $ر_م$ جو رَو پیما م میں سے گذرتی ہے اور دوسری $ر_ع$ جو ہم توازی جڑی ہوئی مزاحمت ع میں سے گذرتی ہے۔

شکل ۷۷

ع کو عاطف کہتے ہیں۔ مان لو کہ کسی ماسی رَو پیما کو معطوف کرنے سے قبل اُس کا انصراف عہ ہے اور معطوف کرنے کے بعد عہَ تو رَو پیما کی مزاحمت = ع [مس عہ / مس عہَ - ۱] جہاں ع عاطف کی مزاحمت ہے۔
ایک سنٹی میٹر طول اور ایک مربع سمر عمودی تراش کے تار کی مزاحمت کو اس کے مادّے کی مزاحمیت یا مزاحمتِ نوعی کہتے ہیں، اگر کسی تار کا طول ل تراش عمودی کا رقبہ س، اور مزاحمت ز ہو تو اس کی مزاحمتِ نوعی ن = (ز × س) / ل

برقی رَو کے کیمیائی اثر

وہ مرکبات (پگھلے ہوئے، یا محلول میں) جن کا برقی رَو سے تجزیہ ہو جاتا ہے برق باشیدے کہلاتے ہیں۔ اور جب ان میں برقی رَو چل رہی ہوتی ہے تو یہ کہا جاتا ہے کہ ان کی برق پاشیدگی ہو رہی ہے، برق پاشیدوں میں برقی رَو جاری کرنے کا طریقہ یہ ہے کہ ان میں دھات، یا کاربن کی سلاخ، یا پترے رکھ دیئے جاتے ہیں جو برقی دور میں داخل کئے ہوئے ہوتے ہیں، ان میں سے ہر ایک کو برقیرہ کہتے ہیں۔ وہ برقیرہ جس سے برق پاشیدہ میں رَو داخل ہوتی ہے۔ یعنی جو خانے، یا مورچے کے مثبت قطب سے متعلق ہوتا ہے زَبَر برقیرہ کہلاتا ہے، اور وہ برقیرہ جس کے رستے برق پاشیدہ سے رَو خارج ہوتی ہے یعنی جو خانے، یا مورچہ کہ منفی قطب سے متعلق ہوتا ہے زیر برقیرہ کہلاتا ہے عناصر، یا عناصر کے گروہ جو برق پاشیدگی کے عمل سے مرکبات کے وجود میں آزاد ہوتے اُن کو روانات کہتے ہیں، وہ رواں جو زیر برقیرہ پر آزاد ہوتا ہے اس کا نام مثبت رواں ہے، اور جو زبر برقیرہ پر آزاد ہوتا ہے اُسے منفی رواں کہتے ہیں۔

کسی عنصر کے برقی کیمیائی معادل سے اُس عنصر کا وہ وزن مراد ہے جو برق کی اکائی مقدار سے حاصل ہو، اگر د رَو کے و ثانیوں تک گزرنے کے باعث کسی عنصر کے ک گرام حاصل ہوں تو اس عنصر کا برقی کیمیائی معادل = ک / (د × و)

تانبے کا کیمیائی رَو پیما ایک تانبے کے ایسے برتن پر مشتمل ہوتا ہے جس میں تانبے کی ایک سلاخ آویزاں رہتی ہے۔ تانبے کے برتن سے زَبر برقیرہ کا کام لیا جاتا ہے اور تانبے کی سلاخ سے زیر برقیرہ کا تانبے کے برتن میں کاپر سلفیٹ کا ترشئی محلول استعمال کیا جاتا ہے، اور سلاخ کو اس محلول میں اس طرح آویزاں کیا جاتا ہے کہ اس کا کوئی حصہ برتن کے کسی حصے سے مس نہ کر رہا ہو۔ ۲۰ گرام کاپر سلفیٹ کی قلموں کو ۸۰ مکعب سمر پانی میں ملا کر محلول تیار کیا جاتا ہے، اور اس میں ایک مکعب سمر مرتکز سلفیورک ترشہ ملا لیا جاتا ہے۔

تجربہ ۹۷۔ تانبے کا کیمیائی رَو پیما استعمال کر کے مماسی رَو پیما کے تحویلی جز کی قیمت معلوم کرنا۔

تانبے کے برتن اور سلاخ کو ریگمال سے گھس کر صاف کر لو، اس کے بعد ذخیرہ خانے تانبے کے کیمیائی رو پیما مقوم، مقلب، اور مماسی رو پیما کو شکل ۸۱ کی طرح جوڑ کر تانبے کے برتن میں کاپر سلفیٹ کا ترشی محلول ڈالو، اور قابلِ ترتیب مزاحمت کو اس طرح مرتب کرو کہ رَو پیما سے مناسب انحراف حاصل ہو سکے، اب مقلب کے ذریعے دور کو توڑ دو سلاخ کو برتن سے نکال کر پہلے کشید کئے ہوئے پانی سے، اور پھر الکوہل سے دھولو، اور اسپرٹ لیپ کے شعلے پر رکھ کر جلد جلد خشک کر لو، اس کے بعد اسے ٹھنڈا کر کے نہایت احتیاط کے ساتھ تول لو، بعد ازاں دور میں اسے اس کی اصلی جگہ پر رکھ کر مقلب کے ذریعے دور کو مکمل کر دو، اور دور کو مکمل کرتے ہی چل رُکنی گھڑی چلا دو۔ وقتاً فوقتاً مقلب کے ذریعے رَو پیما میں رَو کی سمت نہایت تیزی سے اُلٹ کر اس امر کا اطمینان کر لو کہ رو پیما کا انحراف تجربے کے دوران میں مستقل رہتا ہے، اگر انحراف میں کچھ تغیر ہو تو مقوم کی مدد سے اُسے درست کر لو۔ پندرہ دقیقے تک رَو گذارنے کے بعد دور کو توڑ دو اور سلاخ کو نکال کر کشید کئے ہوئے پانی سے دھو کر سُکھا لو، پھر صحت کے ساتھ اُس کا موجودہ وزن معلوم کر لو۔

ذخیرہ خانہ
تانبے کی سلاخ
تانبے کا برتن
مقلب
مقوم

شکل ۸۱

وقت و = ... ثانئے ، اوسط انحراف عہ = ... مس عہ = ...

تانبے کی سلاخ کا ابتدائی وزن $ک_۱$ = ... گرام، تانبے کی سلاخ کا آخری وزن $ک_۲$ = ... گرام

$ک_۲ - ک_۱$ = ... گرام = طرح شدہ تانبے کا وزن، تانبے کا برقی کیمیائی معادل = ۰٫۰۰۰۳۲۹۳

$$\text{مماسی رَو پیما کا جزوِ تحویلی} = \frac{ک_۲ - ک_۱}{۰٫۰۰۰۳۲۹۳ \times و \times \text{مس عہ}} = ...$$

....

....

تجربہ ۹۸ ۔ مماسی رَو پیما کے ذریعے تانبے کے کیمیائی برقی معادل کی تخمین :-

یہ تجربہ بالکل تجربہ ۹۷ کی طرح کیا جاتا ہے۔ اس صورت میں زمین کے اُفقی جز، لچھے کے چکروں کی تعداد ن اور لچھے کے نصف قطر ص کی قیمتیں معلوم کرکے مماسی رو پیما کا تحویلی جز دریافت کیا جاتا ہے۔

زمین کے مقناطیسی میدان کا اُفقی جز = ۳۶ د ۰، مماسی رَو پیما کے لچھے کے چکروں کی تعداد = ...

لچھے کا بیرونی قطر $ق_1$ = ...، اندرونی قطر $ق_2$ = ...، $ق_1 + ق_2$ = ...

$\therefore ص = \frac{ق_1 + ق_2}{4}$ = ...

مماسی رَو پیما کا تحویلی جز = $\frac{10\, ص\, ا_1}{2\pi \times ....}$ = م = ...

= ....

تانبے کی سلاخ کا ابتدائی وزن $ک_1$ = ... گرام، تانبے کی سلاخ کا دوسرا وزن $ک_2$ = ... گرام

طرح شدہ تانبے کا وزن = $ک_2 - ک_1$ = ... گرام

وقت و = ... ثانیے، اوسط انحراف عہ = ...، مس عہ = ...

ر = م مس عہ = ...

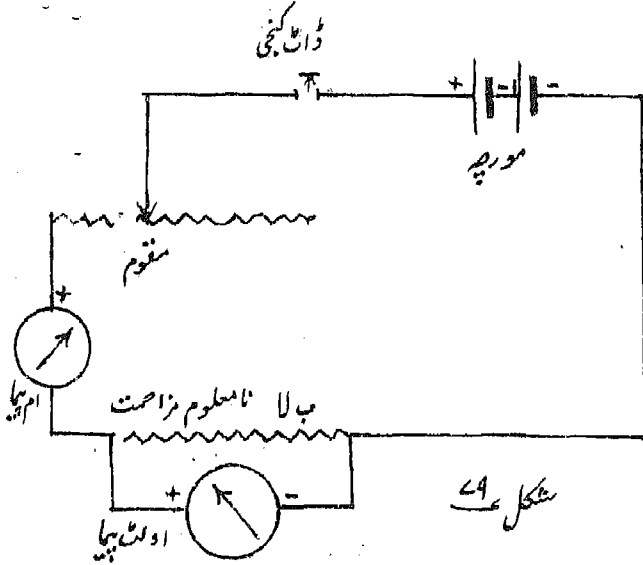
برقی کیمیائی معادل = $\frac{ک_2 - ک_1}{ر \times و}$ = ...

....

نوٹ:- تجربہ ۹۷ سے نہ صرف مماسی رو پیما کے تحویلی جز کی قیمت معلوم ہو سکتی ہے، بلکہ ا، ص، یا ن کی قیمتیں بھی دریافت ہو سکتی ہیں، بہ شرطیکہ اُن میں سے کوئی ایک نامعلوم ہو۔ کیوں کہ تحویلی جز = $\frac{10\, ص\, ا_1}{2\pi\, ن}$، تجربہ ۹۷ میں تانبے کے کیمیائی رو پیما کے بجائے ام پیما استعمال کرکے رَو کی قیمت راست طور پر معلوم کی جا سکتی ہے، اس طرح تحویلی جز کی تخمین مقابلتہً آسان ہو جاتی ہے۔
تجربہ ۹۸ میں مقلب اور مماسی رو پیما کے بجائے ایک ڈاٹ کنجی، اور ام پیما استعمال کیا جاتا ہے۔ اس صورت میں رَو کی قیمت راست طور پر معلوم ہو جاتی ہے، اور تانبے کے کیمیائی معادل کی تخمین مقابلتہً آسان ہو جاتی ہے۔ جب کبھی ام پیما اور مماسی رَو پیما ایک ساتھ استعمال ہو رہے ہوں تو ام پیما کو مماسی رو پیما سے حتی الامکان دور رکھنا چاہیئے، اور جس تجربے میں ام پیما کو استعمال کیا جائے اس میں اس امر کا خیال رکھنا چاہیئے کہ ذخیرہ خانے، یا مورچے کا مثبت قطب ام پیما کے مثبت سرے سے ملایا جائے۔

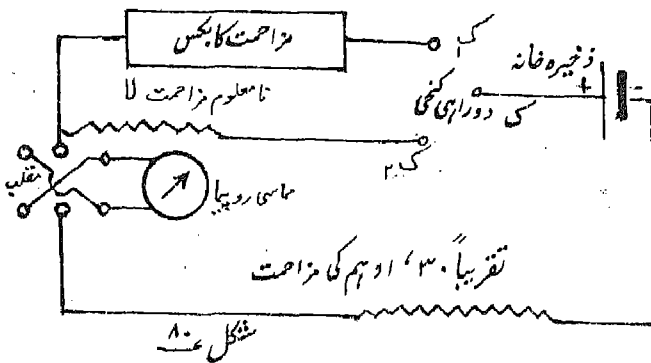
تجربہ ۹۹۔ کلیۂ اوہم کی تصدیق، یا دی ہوئی نامعلوم مزاحمت کی قیمت کی دریافت ام پیما اور اولٹ سے۔

آلات کو شکل ۷۹ کی طرح ترتیب دیا جائے، یعنے ذخیرہ خانوں کو ہم سلسلہ جوڑ کر مورچہ کو ایک ڈاٹ کنجی کے ذریعے ایک مقوم، ام پیما، اور نامعلوم مزاحمت لا کے ساتھ ہم سلسلہ جوڑ دیا جائے، اور نامعلوم مزاحمت کے سروں ا اور ب سے ایک اولٹ پیما کو متعلق رکھا جائے۔ قابلِ ترتیب مزاحمت کی قیمت بدل بدل کر نامعلوم مزاحمت لا میں سے مختلف رَوؤں کو گذارا جائے، اور ہر صورت میں اولٹ پیما کے ذریعے ا اور ب کے مابین اختلافِ قواۃ معلوم کو لیا جائے۔

شکل ۷۹

نمبر مشاہدہ	رو، (ر) امپیر	اختلاف قواۃ (ب)، اولٹ	ب/ر = لا اوہم = مستقل
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

تجربہ ۱۰۰۔ طریقہ تبادلہ سے مزاحمت کی تخمین:۔

آلات کو شکل ۸۰ کی طرح ترتیب دو، اور دوراہی کنجی کے ذریعے پہلے صرف مزاحمت کے بکس کو شریکِ دور رکھو، اور نامعلوم مزاحمت لا کو دور سے علیحدہ رکھو۔

شکل ۸۰

بکس سے یکے بعد دیگرے مختلف ڈاٹیں نکال کر ہر صورت میں مقلب استعمال کرکے مماسی رو پیما کا اوسط انحراف عہ معلوم کرو۔ اس قسم کے کم از کم پانچ مشاہدات لو حم عہ اور مزاحمت میں تعلق بتانے والی ترسیم بناؤ۔ اس کے بعد مزاحمت کے بکس کو دور سے علیحدہ کرکے دوراہی کنجی کے ذریعے نامعلوم مزاحمت لا کو شریک دور کرو اور مقلب استعمال کرکے اس صورت میں حاصل ہونے والا انحراف بھی معلوم کرلو۔ پھر اس زاویہ کے مماس التمام کی قیمت دریافت کرکے ترسیم کے ذریعے نامعلوم مزاحمت لا کی قیمت معلوم کرلو۔

معلومہ مزاحمت ذ	اوسط انحراف عہ	حم عہ

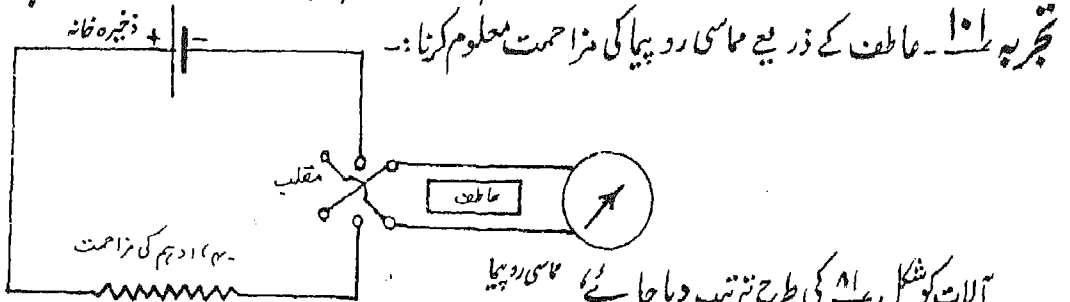
نامعلوم مزاحمت لا کے شریک دور ہونے کی صورت میں حاصل ہونے والا اوسط انحراف عہ = ...

حم عہ = ...

∴ نامعلوم مزاحمت لا = ... (ترسیم سے)

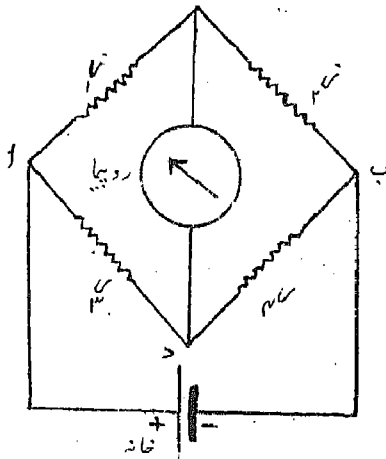
نوٹ:۔ اس تجربے سے ادہم کے کلیہ اور رو پیما کے کلیہ کی تصدیق بھی ہوتی ہے کیوں کہ یہ ثابت ہوتا ہے کہ مزاحمت ذ، حم عہ کے متناسب ہے، یا ذ مس عہ ایک مقدار مستقل ہے۔

تجربہ ۱۰۱۔ عاطف کے ذریعے مماسی رو پیما کی مزاحمت معلوم کرنا:۔

شکل ۸۱

آلات کو شکل ۸۱ کی طرح ترتیب دیا جائے، عاطف کے طور پر مزاحمت کے ایک بکس کو استعمال کیا جائے، رو پیما کو معطوف کرنے سے قبل رو پیما کا اوسط انحراف مشاہدہ کرلیا جائے، اس کے بعد مختلف مزاحمتوں کو بطور عاطف شریک کرکے ہر صورت میں رو پیما کا اوسط انحراف معلوم کرلیا جائے، جب رو پیما معطوف نہیں ہوتا ہے تو ظاہر ہے کہ اس وقت عاطف کی مزاحمت کو لا متناہی تصور کیا جا سکتا ہے۔

جس وقت رَو پیما معطوف نہیں ہوتا، اُس وقت اوسط انصراف عہ = ...، مس عہ = ...

ع [مس عہ / مس عہ − ۱] = رو پیما کی مزاحمت	مس عہ / مس عہ − ۱	مس عہ	اوسط انصراف عہ	عاطف کی مزاحمت ع

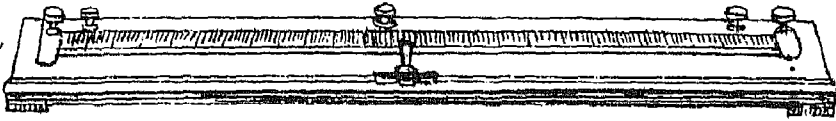
ویٹسٹون کا جال۔ مزاحمتوں کے مقابلے کے لئے ایک آسان ترتیب تجویز ہوئی ہے جو ویٹسٹن کے جال کے نام سے موسوم ہے۔

شکل ۸۲

اس میں چار مزاحمتیں ز۱، ز۲، ز۳ اور ز۴ ایک ذوار بعۃ الاضلاع اج ب د کے چار ضلعوں کی شکل میں جوڑ دی جاتی ہیں، نقاط ا، اور ب کو خانے کے مثبت اور منفی سروں سے ملا دیا جاتا ہے۔ ا کے پاس جو رَو د پہنچتی ہے وہ دو حصوں میں منقسم ہو جاتی ہے ایک ر۱ جو اج ب میں سے گذرتی ہے۔ اور دوسری ر۲ جو اد ب میں سے گذرتی ہے۔ لیکن ایسا صرف اُس وقت ہوگا جب کہ نقاط ج اور د پر رَو کی مزید تقسیم نہ ہوتی ہو، یعنے ج اور د کے مابین اختلافِ قوۃ مفقود ہو، ایسی صورت میں اگر ج، اور د کے درمیان ایک حساس رو پیما جوڑ دیا جائے، تو اس میں مطلق انصراف نہ ہوگا۔ اور ج کا قوۃ وہی ہوگا، جو کہ د کا قوۃ ہے۔ مان لو کہ ا اور ج کے درمیان اختلافِ قوۃ ب۱ ہے، ج، اور ب کے درمیان ب۲، ا اور د کے درمیان ب۳، اور د، اور ب کے درمیان ب۴ تو

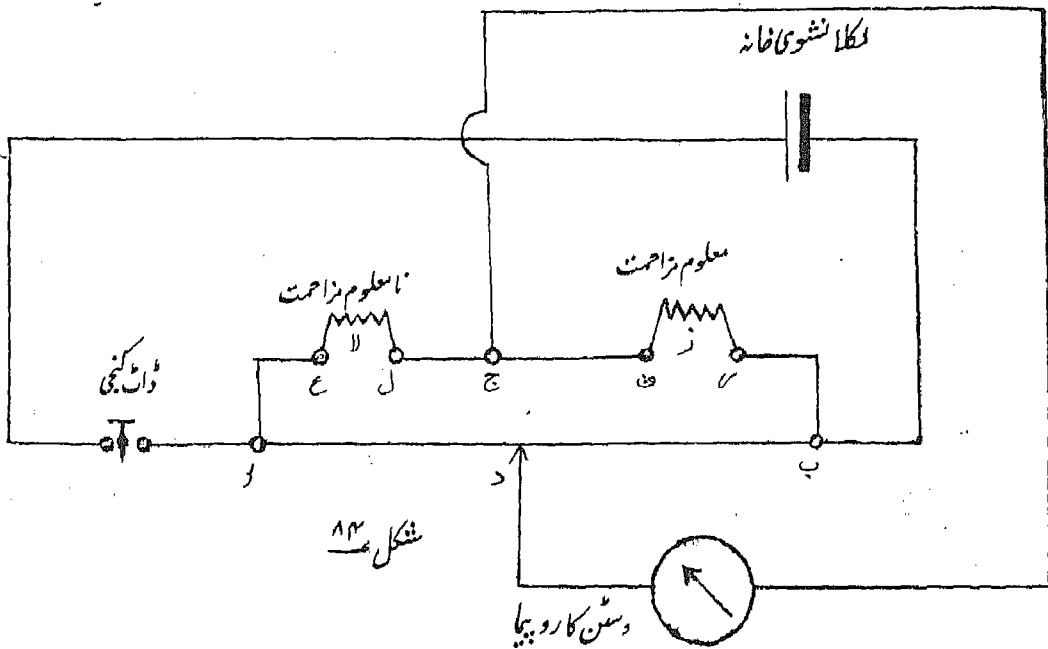
ب۱ = ر۱ × ز۱، ب۲ = ر۱ × ز۲، ب۳ = ر۲ × ز۳، ب۴ = ر۲ × ز۴

لیکن $\frac{ب_1}{ب_2} = \frac{ب_3}{ب_4} \therefore \frac{م_1 \times \frac{ن}{ق_1}}{م_2 \times \frac{ن}{ق_2}} = \frac{م_3 \times ن م_3}{م_4 \times ن م_4}$ یا $\frac{م_1}{ن م_2} = \frac{م_3}{ن م_4}$

مذکورۂ بالا اصول پر جو آلہ بنایا گیا ہے وہ ویٹسٹن کا پل یا میٹری پل کہلاتا ہے۔ اس کے ذریعے عملی طور پر مزاحمتوں کی تخمین کی جاسکتی ہے۔

شکل ۸۳

یہ آلہ شکل ۸۳ ایک میٹر لا بنے ایک تار پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک لکڑی کے تختے کے دو مقررہ نقطوں کے درمیان جما دیا جاتا ہے۔ تار کی تراشِ عمودی کا رقبہ ہموار ہوتا ہے۔

تجربہ ۱۰۴ میٹری پل کے ذریعے دئیے ہوئے تار کی نوعی مزاحمت معلوم کرنا :-

شکل ۸۴

ایک تختے پر ا، اور ب، دو نقطوں کے درمیان ایک ہموار تراشِ عمودی کا تار سیدھا بچھا دیا جاتا ہے، اس کے سروں ا، اور ب، پر دو بند پیچ لگے ہوتے ہیں جو تانبے کی موٹی پٹیوں کے ذریعے بند پیچوں ع، اور ر، سے متعلق رہتے ہیں ع ر کی سیدھ میں نقاط ع، اور ر سے کسی قدر فصل چھوڑ کر ایک اور موٹی دھاتی پٹی ل ف جمادی جاتی ہے۔ اس پٹی پر تین بند پیچ ل، ج، اور ف ہوتے ہیں۔

ا، اور ب کو ایک ڈاٹ کنجی کے ذریعے ایک لکلا نشوی خانے کے مثبت اور منفی قطبوں سے ملا دیا جاتا ہے، اور نا معلوم مزاحمت کے تار کا طول ل ناپ کر اسے مرغولہ کی شکل میں اس طرح لپیٹا جاتا ہے کہ اس کے مختلف حصص ایک دوسرے کو مس نہ کریں۔ پھر اس کے سروں کو ع اور ل سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ وسٹن کے رَو پیما کا ایک سرا ج سے ملا دیا جاتا ہے، اور دوسرا سرا متحرک تماسی کنجی سے متعلق کر دیا جاتا ہے۔ متحرک تماسی کنجی تار ا ب پر اِدھر اُدھر ہٹائی جا سکتی ہے۔ ایک معلومہ مزاحمت ذ کو ف، اور م سے متعلق کر دیا جاتا ہے۔ ڈاٹ کنجی کی ڈاٹ لگا کر متحرک تماسی کنجی کا وہ مقام د معلوم کیا جاتا ہے جہاں تماس پیدا کرنے پر رو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو، اس صورت میں

$$\frac{\text{تار آد کی مزاحمت}}{\text{تار دب کی مزاحمت}} = \frac{\text{لا}}{\text{ذ}} = \frac{\text{تار آد کا طول}}{\text{تار دب کا طول}} = \frac{ل_1}{ل_2}$$ جہاں $ل_1$ = طول آد، $ل_2$ = طول دب

$\text{لا} = \text{ذ} \times \frac{ل_1}{ل_2}$ سے لا کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے۔

اس کے بعد مزاحمت لا کی جگہ مزاحمت ذ، اور مزاحمت ذ کی جگہ مزاحمت لا کو دور میں شریک کر کے تار ا ب پر متحرک تماس کے لئے وہ مقام دَ معلوم کیا جاتا ہے جہاں تماس پیدا کرنے پر رَو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو، اس صورت میں $\text{لا} = \text{ذ} \times \frac{لَ_1}{لَ_2}$ جہاں $لَ_1$ = طول ا دَ اور $لَ_2$ = طول دَ ب

اس طرح حاصل ہونے والی لا کی دونوں قیمتوں کے اوسط کو لا کی صحیح قیمت تصور کیا جاتا ہے۔

خردہ پیما کے ذریعے تار کا نصف قطر معلوم کر کے اس کی تراش عمودی کا رقبہ س دریافت کر لیا جاتا ہے۔ اور مزاحمتِ نوعی = $\frac{\text{لا} \times \text{س}}{ل}$ سے مزاحمت نوعی معلوم کر لی جاتی ہے۔

توازن کا نقطہ معلوم کرنے کے لئے پہلے متحرک تماسی کنجی کو تار کے ایک سرے کے پاس دبا کر دیکھنا چاہیئے، کہ انصراف کس سمت میں ہوتا ہے۔ پھر اسے تار کے دوسرے سرے کے پاس لے جا کر دبانا چاہیئے۔ اب اگر انصراف مخالف سمت میں ہو تو توازن کا مقام ان دونوں مقاموں کے مابین کہیں نہ کہیں ضرور ملے گا۔ اور اگر کنجی کو دوسرے سرے پر لے جانے کی صورت میں بھی انصراف پہلی ہی سمت میں ہو تو یہ سمجھنا چاہیئے کہ یا تو پل کے جوڑ صحیح طور پر نہیں ملائے گئے ہیں، یا مزاحمتوں لا، اور ذ میں بہت بڑا تفاوت ہے، ایسی صورتوں میں پہلے تو پل کے جوڑ از سر نو ملا کر ان کی صحت کا اطمینان کر لینا چاہیئے، پھر معلومہ مزاحمت ذ ایسی منتخب کرنا چاہیئے کہ نقطۂ توازن تار کے وسطی نقطہ سے دس یا پندرہ سنٹی میٹر سے زیادہ دوری پر واقع نہ ہو۔ معلومہ مزاحمت ذ کی جگہ اگر مزاحمتوں کا بکس استعمال کیا جائے تو اس ترتیب میں سہولت ہوگی۔

ا سے نقطۂ توازن کی دوری ا د = $ل_۱$ = ... سمر، معلومہ مزاحمت ز = ... اوہم

ب سے نقطۂ توازن کی دوری د ب = $ل_۲$ = ... سمر، لا = ... × .... = ... اوہم

دوریں لا کی جگہ ز، اور ز کی جگہ لا کو رکھ کر تجربہ کرنے پر

ا سے نقطۂ توازن کی دوری ا د = $ل'_۱$ = ... سمر } لا = ز × $\frac{ل'_۲}{ل'_۱}$ = ... × ....

ب سے نقطۂ توازن کی دوری د ب = $ل'_۲$ = ... سمر

تار کی مزاحمت = $\frac{\text{........ × ....}}{۲}$ = ... اوہم

تار کا طول ل = ... سمر

تار کا قطر = ... سمر } = ... سمر، نصف قطر ص = ... سمر = ... } $\pi \times ص^۲$ = ...

= .... سمر

= .... سمر } = س

تار کی مزاحمتِ نوعی = $\frac{\text{تار کی مزاحمت لا × اس کی تراش عمودی کا رقبہ } (\pi ص^۲)}{\text{اس کا طول ل}}$

= $\frac{\text{........ × ....}}{\text{........}}$ = ...

اگر تار کی مزاحمتِ نوعی معلوم ہو تو خردہ پیما کے بغیر تار کا قطر، یا نصف قطر معلوم کیا جا سکتا ہے۔ یا کسی چرخی پر لپیٹے ہوئے تار کو کھولے بغیر حسب طریقۂ مندرجۂ بالا میٹری پل سے اس کی مزاحمت اور خردہ پیما کے ذریعے اس کی تراشِ عمودی کا رقبہ معلوم کر کے اس کا طول معلوم کیا جا سکتا ہے

طول = $\frac{\text{تار کی مزاحمت لا × اس کی تراشِ عمودی کا رقبہ س}}{\text{اس کی مزاحمتِ نوعی}}$

تجربہ ۱۰۳ میٹری پل کے ذریعے دئے ہوئے تاروں کی نوعی مزاحمتوں کا مقابلہ کرنا:۔

دئے ہوئے تاروں کو لا، اور ز کی جگہ استعمال کر کے $\frac{لا}{ز} = \frac{ل_۱}{ل_۲}$ = ... = ... معلوم کر لیا جائے

پھر خردہ پیما کے ذریعے ہر تار کا قطر معلوم کر لیا جائے، تار لا کا قطر $ق_۱$ = ... سمر

= .... سمر } اوسط قطر $ق_۱$ = ...

نصف قطر $ص_۱$ = ...

= .... سمر } $ص_۱^۲$ = ...

تار ز کا قطر ق$_2$ = ... سمر
= .... سمر
= .... سمر

اوسط ق$_2$ = ... سمر نصف قطر ص$_2$ = ... سمر ص$_2^2$ = ...

اب چونکہ تار لا کی مزاحمتِ نوعی ع$_1$ = $\frac{لا \times \pi ص_1^2}{ل}$ اور تار ز کی زحمت نوعی ع$_2$ = $\frac{ز \times \pi ص_2^2}{لَ}$

$\therefore \frac{ع_1}{ع_2} = \frac{لا}{ز} \times \frac{ص_1^2}{ص_2^2} \times \frac{لَ}{ل}$

تار لا کا طول = ل = ... سمر تار ز کا طول = لَ = ... سمر

لہذا $\frac{ع_1}{ع_2} = \frac{ل_1}{ل_2} \times \frac{ص_1^2}{ص_2^2} \times \frac{لَ}{ل}$ = ... $\times \frac{(\dots)^2}{(\dots)^2} \times$ .... = ...

تجربہ ۱۰۴ ۔ میٹر برج کے ذریعے ہم سلسلہ اور ہم توازی مزاحمتوں کے کلیات کی تصدیق :۔
تجربہ ۱۰۳ کی طرح دی ہوئی مزاحمتوں کو الگ الگ لا کی جگہ استعمال کر کے ان کی قیمتیں دریافت کر لی جائیں۔ اس کے بعد سب مزاحمتوں کو ہم سلسلہ جوڑ کر اس طرح ہم سلسلہ جڑی ہوئی مزاحمتوں کی معادلی مزاحمت معلوم کر لی جائے۔ بعد ازاں سب مزاحمتوں کو ہم توازی جوڑ کر معادلی مزاحمت کی تخمین کی جائے۔

معلومہ مزاحمت ز = ... اوہم

(۱) مزاحمت ا = ... × .... = ... ، .... ، .... = ... اوسط .... اوہم

معلومہ مزاحمت ز = ... اوہم

(۲) مزاحمت ب = ... × .... = ... ، .... ، .... = ... اوسط .... اوہم

معلومہ مزاحمت ز = ... اوہم

(۳) مزاحمت ج = ... × .... = ... ، .... ، .... = ... اوسط .... اوہم

مزاحمتوں کے ہم سلسلہ ترتیب میں ہونے کی صورت میں معادلی مزاحمت

معلومہ مزاحمت ز = ... اوہم

معادلی مزاحمت = ... × .... = ... ، .... ، .... = ... اوسط .... اوہم

ا + ب + ج = ... + ... + ... = ... = معادلی مزاحمت

مزاحمتوں کے ہم متوازی ترتیب میں ہونے کی صورت میں معادل مزاحمت

مزاحمت ذ = ... اوہم

معادلی مزاحمت = ... = ... × .... = ... = ... × .... اوسط = ... اوہم

$\frac{1}{ا} + \frac{1}{ب} + \frac{1}{ج}$ = ... + ... + ... = ... = $\frac{1}{\text{معادلی مزاحمت}}$

تجربہ ۱۰۵۔ میٹری پل کے ذریعے رَو پیما کی مزاحمت معلوم کرنا۔

رَو پیما کو بجائے ج اور د کے درمیان جوڑنے کے مزاحمت ۱ا کی جگہ جوڑ دیا جائے اور متحرک تماسی کنجی کو ایک تار کے ذریعے ج سے راست طور پر متعلق کر دیا جائے، خانے کے مثبت سرے اور ڈاٹ کنجی کے درمیان ایک بڑی مزاحمت شریک دور کر دی جائے، پھر متحرک تماسی کنجی کے لیے تار پر ایک ایسا مقام د دریافت کیا جائے جہاں تماس پیدا کرنے کی صورت میں رَو پیما کا انصراف وہی رہے جو کہ تماس پیدا کرنے سے قبل ہو۔ ظاہر ہے کہ تماس پیدا کرنے سے قبل بھی رَو پیما میں ایک معین انصراف ہوگا کیوں کہ اس خاص صورت میں رَو کا ایک جز رَو پیما میں سے مسلسل گزر رہا ہوگا۔ تماس پیدا کرنے کے بعد اس کے انصراف میں کوئی تغیر نہ ہونا اس امر کی دلیل ہے کہ ج اور د کے مابین کوئی رَو نہیں گزرتی۔

بنا بریں رَو پیما کی مزاحمت = ذ × $\frac{ل_1}{ل_2}$ جہاں $ل_1$ = تار ا د کا طول، $ل_2$ = تار د ب کا طول اور ذ = معلومہ مزاحمت

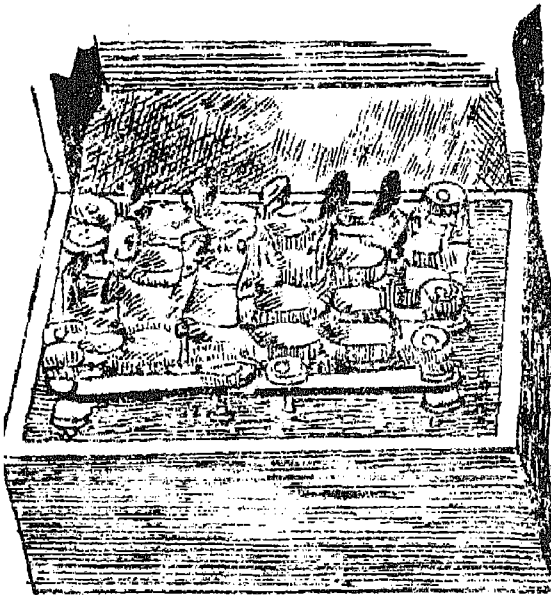
رَو پیما کی مزاحمت = ... = ... × .... = ... اوہم

تجربہ ۱۰۶۔ میٹری پل کے ذریعے دیئے ہوئے خانے کی اندرونی مزاحمت معلوم کرنا۔

تجربہ ۱۰۵ کی ترتیب آلات میں رَو پیما کی جگہ خانہ، اور خانے کی جگہ رَو پیما استعمال کر کے متحرک تماسی کنجی کے لیے وہ مقام د معلوم کیا جائے جہاں تماس پیدا کرنے پر رَو پیما کے انصراف میں کوئی تغیر نہ ہو۔ اس صورت میں خانے کی مزاحمت = ذ × $\frac{ل_1}{ل_2}$ جہاں $ل_1$ = طول ا د، $ل_2$ = طول د ب اور ذ معلومہ مزاحمت ہے

خانے کی مزاحمت = ... = ... × .... = ... اوہم

پوسٹ آفس بکس

پوسٹ آفس بکس میں میٹری پل کے تینوں پہلوؤں کی جگہ مزاحمتوں کے لچھوں کے تین سلسلے ترتیب دیئے جاتے ہیں۔ ان میں سے دو سلسلے نسبت نما پہلوؤں $ل_1$ اور $ل_2$ کا کام دیتے ہیں۔ اور تیسرا سلسلہ معلومہ مزاحمت ذ کا قائم مقام ہوتا ہے۔ نسبت نما پہلوؤں کی مزاحمتیں متماثل اور مساوی ہوتی ہیں۔ اور اکثر آلات کی صورت میں

شکل ۸۵

دس، سو، ہزار اور ہم کے لچھوں پر مشتمل ہوتی ہیں۔ یہ لچھے بکس کے اندر اس طرح رکھے جاتے ہیں کہ ان کو جوڑنے والے پیتل کے ٹکڑوں سے بکس کے اوپر ایک قطار بن جاتی ہے، بکس کی بقیہ تمام مزاحمتیں عام طور پر اس قسم کی اور دو، یا تین قطاروں کی شکل میں مرتب ہوتی ہیں۔ (شکل ۸۵) مزاحمتوں کے لچھوں کی قطاروں کے آگے بکس میں دو داب کنجیاں ایک دوسرے کے مقابل لگی ہوئی ہوتی ہیں اور بکس کی آبنوسی تختی پر سفید لکیروں کے ذریعے ان کنجیوں اور پل کے سروں، یا کونوں کا تعلق بنا دیا جاتا ہے۔

تجربہ ۱۰۱۔ پوسٹ آفس بکس کے ذریعے دئے ہوئے تار کی مزاحمت نوعی معلوم کرنا:۔

تار کا طول ناپ کر اسے مرغولہ شکل میں اس طرح لپیٹو کہ اس کے مختلف حصص ایک دوسرے کو مس نہ کریں، اس کے بعد آلات کو شکل ۸۶ کی طرح ترتیب دے کر کنجی باز واج اور ج ب میں سے ہر ایک سے ہزار، ہزار اور ہم کی کنجیاں نکالو، اور معلومہ مزاحمت ن۳ کی قطاروں میں سے کوئی مزاحمت نکالے بغیر ک۲ اور ک۱ کو دبا کر دیکھو کہ ردپیما کا انصراف کس جانب ہوتا ہے۔

شکل ۸۶

بعد ازاں معلومہ مزاحمت ن۳ کی قطاروں میں سے لاتناہی کی کنجی نکال کر پھر ردپیما کا انصراف دیکھو۔ اگر جوڑ صحیح طور پر ملائے گئے ہوں اور کنجیاں ڈھیلی نہ بیٹھی ہوں تو اس صورت میں ہونے والا انصراف پہلے انصراف کی مخالف سمت میں ہوگا۔ اور اس سے ظاہر ہے کہ نامعلوم مزاحمت کی قیمت صفر اور لاتناہی کے مابین ہوگی۔ نیز معلومہ مزاحمت ن۲ کی قطاروں سے جس مزاحمت کے نکالنے پر انصراف اسی جانب ہو جس جانب کہ لاتناہی کی کنجی کے نکالنے کی صورت میں ہوتا ہے،

وہ مزاحمت لا سے بڑی ہوگی۔ اور جس مزاحمت کے نکالنے پر انصراف اس کے مخالف سمت میں ہو، وہ لا سے چھوٹی ہوگی۔ معلومہ مزاحمت کی قطاروں میں سے مزاحمتوں کو یکے بعد دیگرے نکال کر اس مزاحمت کی قیمت معلوم کرو جسے شریکِ دور کرنے پر رو پیما میں یا تو مطلق انصراف نہیں ہوتا یا جس کی قیمت میں ایک اوہم کی کمی یا زیادتی کرنے پر انصراف کی سمت بدل جاتی ہے۔ مثلاً اگر (۵) اوہم کی مزاحمت کو شریکِ دور کرنے پر انصراف اسی جانب ہو جس جانب کہ لا متناہی کی کنجی نکالنے کی صورت میں ہوتا ہے، اور (۴) اوہم کی مزاحمت کو شریکِ دور کرنے کی صورت میں انصراف اس کی مخالف سمت میں ہو تو نامعلوم مزاحمت لا کی قیمت (۴) اور (۵) کے درمیان ہوگی۔

اس کے بعد نسبتی باز وج ب کی مزاحمت کو ہزار ہی رکھ کر اب کی مزاحمت کو سَو کر دو۔ اور پھر اسی طرح تجربہ کر کے دیکھو کہ اس صورت میں معلومہ مزاحمت ذ کی قطاروں میں سے کونسی مزاحمت نکالنے پر انصراف صفر ہوتا ہے۔ اگر اس صورت میں بھی کسی مزاحمت کے نکالنے پر انصراف صفر نہ ہوتا ہو تو مان لو کہ (۴ء۷) اوہم کی مزاحمت کو شریکِ دور کرنے پر انصراف اسی جانب ہوتا ہے، جس جانب کہ لا متناہی کی کنجی کو نکالنے پر ہوتا ہے، اور (۴ء۶) اوہم کی مزاحمت کو شریکِ دور کرنے پر انصراف اس کی مخالف سمت میں ہوتا ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ نامعلوم مزاحمت لا کی قیمت (۴ء۷) اور (۴ء۶) اوہم کے مابین ہے۔

نسبتی باز وج ب کی مزاحمت کو بدلے بغیر اب کی مزاحمت کو دس کر دو اور یہ معلوم کرو کہ معلومہ مزاحمت ذ کی قطاروں میں سے کونسی مزاحمت شریکِ دور کرنے پر رو پیما میں مطلق انصراف نہیں ہوتا، اس مزاحمت کی جو بھی قیمت ہو اس کا سواں حصہ نامعلوم مزاحمت لا کی قیمت ہوگی۔ مثلاً اگر یہ مزاحمت (۴۶ء۰) اوہم ہو تو نامعلوم مزاحمت لا کی قیمت (۴ء۶۷) اوہم ہوگی۔

لا متناہی کی کنجی نکالنے پر انصراف .... طرف ہوتا ہے
کوئی کنجی نہ نکالنے پر انصراف .... طرف ہوتا ہے } ∴ نامعلوم مزاحمت کی قیمت لا متناہی

اور صفر کے مابین ہے۔

نسبتی باز ۱۰۰۰ / ۱ اور ۱۰۰۰ یعنے $\frac{ل_1}{ل_2}$ = ۱ : لا = ذ

.... مزاحمت کی کنجی نکالنے پر انصراف .... طرف ہوتا ہے
.... مزاحمت کی کنجی نکالنے پر انصراف .... طرف ہوتا ہے

∴ نامعلوم مزاحمت کی قیمت .... اور .... کے مابین ہے

نسبتی بازو ۱۰۰ اور ۱۰۰۰ یعنی $\frac{ل_۱}{ل_۲} = \frac{۱}{۱۰}$ یا لا = $\frac{ر}{۱۰}$

.... مزاحمت کی کنجی نکالنے پر انحراف .... طرف ہوتا ہے

.... مزاحمت کی کنجی نکالنے پر انحراف .... طرف ہوتا ہے

∴ نامعلوم مزاحمت کی قیمت .... اور .... کے مابین ہے

نسبتی بازو ۱۰ اور ۱۰۰۰ یعنی $\frac{ل_۱}{ل_۲} = \frac{۱}{۱۰۰}$ یا لا = $\frac{ر}{۱۰۰}$

.... مزاحمت نکالنے پر انحراف مطلق نہیں ہوتا

∴ نامعلوم مزاحمت لا کی قیمت = $\frac{..........}{۱۰۰}$ = ... اوہم

تار کا طول ل = ... سمر

خرد ہ پیما کے ذریعے تار کا قطر ف = ... سمر

= .... سمر } اوسط قطر ف = ... سمر

= .... سمر

نصف قطر س = ... سمر ∴ π ص² = ... = ص

تار کی مزاحمت نوعی = $\frac{..........\times..........}{..........}$ = ...

اگر تار کی مزاحمتِ نوعی معلوم ہو تو اسی قسم کے تجربے سے تار کو ناپے بغیر اس کا طول معلوم کیا جا سکتا ہے۔
یا تار کا طول اور مزاحمتِ نوعی معلوم ہو تو خردہ پیما کے بغیر اس کا قطر یا نصف قطر دریافت کیا جا سکتا ہے۔

چونکہ پوسٹ آفس بکس ہیٹزی پل کی ایک شکل ہے، اس لئے اس سے وہ تمام تجربات کئے جا سکتے ہیں جو کہ ہیٹزی پل سے کئے جا سکتے ہیں۔

تجربہ ۱۰۸ ۔ پوسٹ آفس بکس کے ذریعے ہم سلسلہ اور ہم توازی مزاحمتوں کے کلیات کی تصدیق۔

تجربہ ۱۰۷ کی طرح دی ہوئی مزاحمتوں ا، ب اور ج کی قیمتیں معلوم کر کے انھیں ہم سلسلہ جوڑ کر معادلی مزاحمت کی قیمت معلوم کی جائے۔ پھر ہم توازی جوڑ کر معادلی مزاحمت کی قیمت معلوم کی جائے۔

مزاحمت ا = ... اوہم، مزاحمت ب = ... اوہم مزاحمت ج = ... اوہم

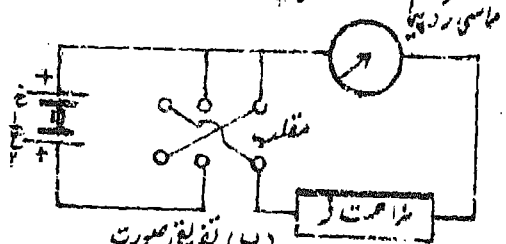
مزاحمتوں کے ہم سلسلہ ترتیب میں ہونے کی صورت میں

معادلی مزاحمت = ... اوہم = ا + ب + ج = ... + ... + ... = ... اوہم

مزاحمتوں کے ہم توازی ترتیب میں ہونے کی صورت میں

معادلی مزاحمت = ... اوہم، $\frac{1}{\text{معادلی مزاحمت}} = \frac{1}{ا} + \frac{1}{ب} + \frac{1}{ج}$

یعنی $\frac{1}{\dots} = \frac{1}{\dots} + \frac{1}{\dots} + \frac{1}{\dots}$ = ...

تجربہ ۱۰۹۔ محرکہ برق کا مقابلہ جمع و تفریق کے طریقے سے رو پیما استعمال کرکے

مماسی رو پیما مقلب اور مزاحمت ذ کو دئے ہوئے خانوں خ۱ اور خ۲ کے ساتھ پہلے شکل ۸۷ ا کی طرح، اور پھر شکل ۸۷ ب کی طرح ترتیب دو، اوّل الذکر صورت میں خانے ایک دوسرے کی تائید کر رہے ہوتے ہیں اور آخر الذکر صورت میں ایک دوسرے کی مخالفت، مزاحمت ذ اس طرح مرتب کرو کہ مقلب کے ذریعے جب دور کو مکمل کیا جائے تو اول الذکر صورت میں رو پیما کا انحراف ۶۰° اور ساٹھ درجے کے مابین رہے ایک مرتبہ مزاحمت کو مرتب کر لینے کے بعد تجربے کے ختم تک اس میں کوئی رد و بدل نہ کرنا چاہیئے ہر صورت میں حاصل ہونے والا اوسط انحراف معلوم کر لینا چاہیئے، اگر خانوں کے محرکہ برق ب۱ اور ب۲ ہوں اور اجتماعی صورت میں اوسط انحراف عہ ہو اور تفریقی صورت میں عہ' تو

$$\frac{ب_1}{ب_2} = \frac{\text{مس عہ} + \text{مس عہ}'}{\text{مس عہ} - \text{مس عہ}'}$$

(ا) اجتماعی صورت

(ب) تفریقی صورت

شکل ۸۷

خانے	انحراف		اوسط انحراف	مس عہ اور مس عہ'	$\frac{ب_1}{ب_2}$
	شرقی سرا	غربی سرا			
اتحاد میں ب۱ + ب۲	....	....	عہ		
	....	....			
اختلاف میں ب۱ - ب۲	....	....	عہ'		
	....	....			

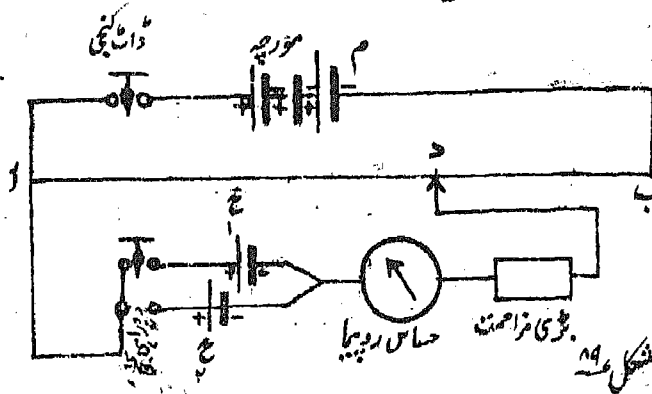
قوۃ پیما کا اصول

مستقل محرکہ برق والا مورچہ

ا ب شکل ۸۸ ایک لانبے ہموار تار کی تعبیر ہے جو ایک مستقل محرکہ برق والے مورچے م' اور مزاحمت نہ کے ساتھ ہم سلسلہ جوڑ دیا گیا ہے۔ نقطۂ ا سے مورچے کا مثبت سرا متعلق ہے اور نقطۂ ب سے منفی سرا ایک دوسرے خانے خ کا مثبت سرا بھی ا سے متعلق کر دیا گیا ہے' اور منفی سرا' ایک حساس رَو پیما سے رو پیما کا دوسرا سرا' ایک بڑی مزاحمت نہ کے ذریعے متحرک تماس کنجی ھ سے متعلق ہے' خانے خ کے مثبت قطب کا قوہ وہی ہو گا جو کہ ا کا ہے' اور منفی قطب کے ساتھ لگے ہوئے تار کے آزاد سرے ھ اور ا کا اختلاف قوہ خ کے قطبوں کے اختلاف قوہ کے مساوی ہو گا۔ اگر مورچہ م کا محرکۂ برق کافی بڑا ہو تو ا ب پر ایک ایسا نقطہ د دریافت کیا جا سکتا ہے جس کا قوہ کہ ھ کے قوہ کے مساوی ہو' اگر اس نقطہ پر تماسی کنجی سے تار کو چھو لیا جائے' تو حساس رَو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو گا۔ کیوں کہ اس رَو پیما میں خ کے سروں کے اختلاف قوہ کے باعث رو گذارنے کا جو تقاضہ پایا جاتا ہے اس کو ا' اور د کے اختلاف قوہ کا وہ تقاضا زائل کر دے گا' جو رَو پیما میں سے مخالف سمت میں رَو بھیجنا چاہتا ہے۔ بنا بریں تار کا طول ا د' خانے خ کے محرکہ برق کا اندازہ ہے۔

شکل ۸۸

تجربہ ۱۱۱۔ قوہ پیما کے ذریعے دو خانوں کے برقی محرکوں کا مقابلہ:-

آلات کو شکل ۸۹ کی طرح ترتیب دو یعنے ایک مستقل محرک برق کے مورچے م کا مثبت سرا قوہ پیما کے تار ا ب کے سرے ا سے ملا دو' اور منفی سرا ب سے متعلق کر دو' پھر مقابلے کے لئے دئے ہوئے خانوں میں سے ہر ایک کے مثبت سروں کو ایک دوراہی کنجی کے دو بند پیچوں سے متعلق کر دو' اور کنجی کا مشترک بند پیچ ا سے جوڑ دو' دونوں خانوں کے منفی سروں کو حساس رو پیما کے کسی ایک پیچ سے جوڑ دو' اور حساس رَو پیما کے دوسرے پیچ کو متحرک تماسی کنجی سے متعلق کر دو' پہلے خانے خ کو شریکِ دور کر کے متحرک تماسی کنجی کے لئے وہ مقام دریافت کرو جہاں تماس پیدا کرنے پر رو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو طول ا د ناپ لو بعد ازاں خانے خ کو دور سے نکال کر

ڈاٹ کنجی — مورچہ — حساس رو پیما — بڑی مزاحمت — دوراہی کنجی

شکل ۸۹

خانے خ کو دور میں شامل کرو، اور متحرک تماسی کنجی کے لیے وہ مقام د معلوم کرو جہاں تماس پیدا کرنے کی صورت میں رو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو، مان لو کہ خانوں کے برقی محرکے علی الترتیب $ب_۱$ اور $ب_۲$ ہیں اور طول ا د، اور ا د کو $ل_۱$ اور $ل_۲$ کے مساوی ہیں تو

$$\frac{ب_۱}{ب_۲} = \frac{ل_۱}{ل_۲}$$

طول ا د = $ل_۱$ = ... سمر، طول ا د = $ل_۲$ = ... سمر

$$\therefore \frac{ب_۱}{ب_۲} = ...$$

نتیجے کی تصدیق کے لیے پہلے دونوں خانوں کو ہم سلسلہ جوڑ کر مثبت سرے کو ا، اور منفی سرے کو حساس رو پیما کے ذریعے متحرک تماسی کنجی سے متعلق کرو، اور تماسی کنجی کے لیے وہ مقام $د_۱$ معلوم کرو جہاں تماس پیدا کرنے کی صورت میں رو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو، طول ا $د_۱$ ناپ لو۔ اس کے بعد خانوں کو اس طرح جوڑو کہ وہ ایک دوسرے کی مخالفت کریں یعنی دونوں خانوں کے منفی قطبوں کو ایک دوسرے سے ملا دو، اور ایک مثبت قطب کو ا سے اور دوسرے کو حساس رو پیما کے ذریعے تماسی کنجی سے جوڑ دو، تماسی کنجی کے لیے وہ مقام $د_۲$ معلوم کرو جہاں تماس پیدا کرنے پر رو پیما میں مطلق انصراف نہ ہو، طول ا $د_۲$ ناپ لو، اگر ا $د_۱$ اور ا $د_۲$ علی الترتیب $ل_۱$ اور $ل_۲$ کے مساوی ہوں تو

$$\frac{ب_۱ + ب_۲}{ب_۱ - ب_۲} = \frac{ل_۱}{ل_۲} \quad یا \quad \frac{ب_۱}{ب_۲} = \frac{ل_۱ + ل_۲}{ل_۱ - ل_۲}$$

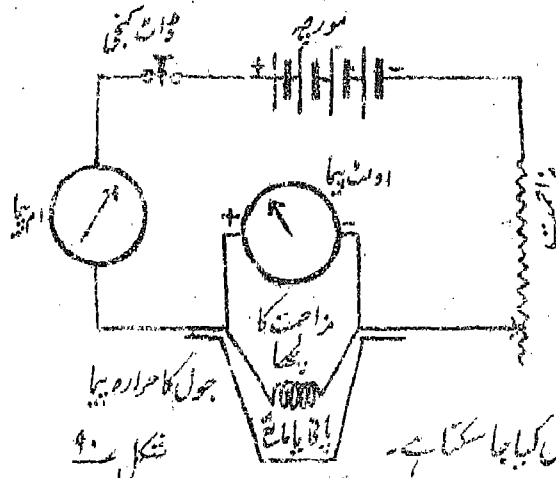
طول ا $د_۱$ = $ل_۱$ = ... سمر، طول ا $د_۲$ = $ل_۲$ = ... سمر

$$\therefore \frac{ب_۱}{ب_۲} = ... = ...$$

برقی رو کے حرارتی اثرات

کسی موصل کے دو نقطوں کا تفاوت قوہ اس کام کے برابر ہوتا ہے جو برق کی ایک اکائی کو ایک نقطے سے دوسرے نقطے تک لے جانے میں کرنا پڑے، اگر کسی موصل میں سے س رو و ثانیوں تک گزرے تو بہ حیثیت مجموعی موصل میں سے برق کی س × و اکائیاں گزر رہی ہیں، اگر موصل کے سروں کا تفاوت قوت ب ہو تو کام = ب × س × و۔ اگر ب کی پیمائش وولٹوں میں ہو، س کی پیمائش ایمپیروں میں اور و کی ثانیوں میں تو کام کی قیمت جول کی رقموں میں برآمد ہوگی، یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ایک جول = ۱۰ ارگ

جب برقی رَو کی توانائی کسی حیلی کام پر یا کیمیائی عمل پر صرف نہیں ہوتی تو موصل کی حرارت کی شکل میں نمودار ہوتی ہے، مان لو کہ پیدا شدہ حرارت کی قیمت ح ہے اور حرارت کا معادل حیلی جو ہے تو ح × جو = ب × س × و تجربہ سے ۱/۱۱ ۔ حرارت کے معادل حیلی کی تخمین برقی طریقے سے :۔

اگر کسی برقی رَو کو معلوم تفاوتِ قوہ کے تحت ایک معین مدت تک موصل پر سے بہا کر موصل میں پیدا ہونے والی حرارت کی تخمین کرلی جائے تو حرارت کے معادلِ حیلی کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے اس مطلب کے لئے ایک حرارہ پیما کو تول کر اس میں بہ قدر دو تہائی کے معمولی تپش سے تقریباً پانچ درجے کم تپش کا پانی داخل کر کے تول لیا جاتا ہے پھر اس پانی میں مزاحمت کا ایک لچھا ڈال دیا جاتا ہے لچھے پر سے ایک معلوم قیمت کی برقی رَو کو اتنی دیر تک گذرانا جاتا ہے کہ پانی کی تپش معمولی سے اتنی قدر بڑھ جائے جس قدر کہ رَو گذرانے کے قبل کم تھی۔ آلات کو شکل ۹۰ کی طرح ترتیب دے کر ایم پیما اور وولٹ پیما کے مقرودوں سے س اور ب کی قیمتیں معلوم کرلی جاتی ہیں جس وقت رَو گذرانا شروع کی جاتی ہے اُس وقت چل رُکنی گھڑی چلادی جاتی ہے اور جب رَو گزرانا موقوف کی جاتی ہے گھڑی روک دی جاتی ہے اس طرح وقت و کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے۔ اس تجربے میں پانی کو ہلانی کے ذریعے باقاعدہ طور پر مسلسل حرکت دینا نہایت ضروری ہے۔

شکل ۹۰

پانی کے بجائے معلوم حرارت نوعی کا کوئی اور مائع بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

حرارہ پیما کی کمیت ک = ... گرام ' حرارت نوعی ل = ...

(حرارہ پیما + سرد پانی) کی کمیت ک۱ = ... گرام ؛ سرد پانی کی کمیت = ... گرام

سرد پانی کی ابتدائی تپش = ت۱ = ... درجۂ مئی ' پانی کی آخری تپش = ت۲ = ... درجۂ مئی

لہذا پیدا شدہ حرارت = ...

ایم پیما کا مقرودہ = ... ایمپیر ' وولٹ پیما کا مقرودہ = ... وولٹ

وقت و = ... ثانیے لہذا ب × س × و = ... × .... × ....

.... × جو = ... جول

∴ جو = ...

بہ موجب کلیۂ اوہم ب = د × ز جہاں ز سے مراد اُس لچھے کی مزاحمت ہے جس میں رَو گزار کر پانی کو گرم کیا جاتا ہے، لہٰذا

ح × جو = ب × ر × و = ر² × ز × و

اگر کسی طریقے سے لچھے کی مزاحمت ز معلوم کرلی جائے تو شکل نمبر ۹۰ کی ترتیب، آلات میں اولٹ پیما کی ضرورت نہیں، یا شکل نمبر ۹۰ کی ترتیبِ آلات سے جو نتیجہ حاصل ہوتا ہے اُس کی لچھے کی مزاحمت ز معلوم کرکے تصدیق کی جا سکتی ہے

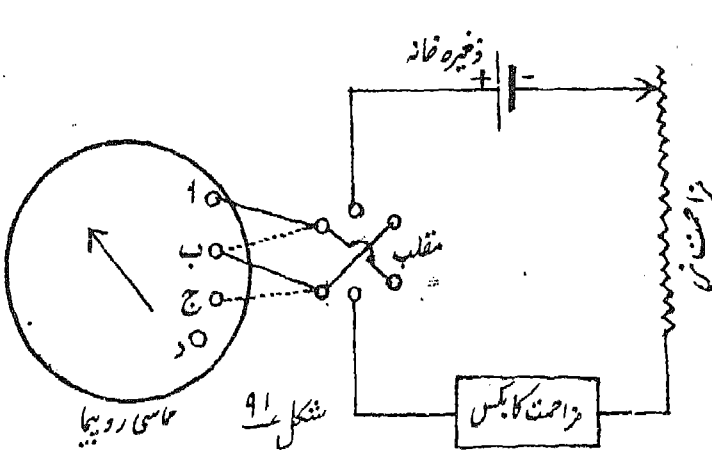
لچھے کی مزاحمت ز = ... اوہم

∴ ر² × ز × و = ... جول

حرارت کا معادلِ جیلی = ...

شکل نمبر ۹۰ کی ترتیبِ آلات میں اَم پیما کے بجائے مماسی رَو پیما، یا تانبے کا کیمیائی رَو پیما بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔

اگر پانی کے بجائے نامعلوم حرارتِ نوعی کا کوئی مائع استعمال کیا جائے تو تجربہ نمبر ۱۱۱ کی طرح اس مائع کی حرارتِ نوعی معلوم کی جا سکتی ہے بشرطیکہ حرارت کے معادلِ جیلی کی قیمت معلوم ہو، اور اگر اَم پیما کے بجائے مماسی رو پیما استعمال کیا جائے تو معلوم حرارتِ نوعی کا مائع، یا پانی استعمال کرکے مماسی رو پیما کے تحویلی جزو کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے، اسی طرح تانبے کا کیمیائی رَو پیما استعمال کرکے تانبے کے برقی کیمیائی معادل کی تخمین کی جا سکتی ہے۔

تجربہ نمبر ۱۱۲۔ دیے ہوئے مماسی رو پیما کے ا، اور ب لچھوں کے مستقلوں، یا چکروں کی باہمی نسبت معلوم کرنا، اور مماسی رَو پیما کی مزاحمت کی تخمین۔

ذخیرہ خانہ

مقلب

مزاحمت کا بکس

ا ب ج د

مماسی رو پیما

شکل نمبر ۹۱

مان لو کہ۔ ا لچھے کا مستقل = ص۱

ب لچھے کا مستقل = ص۲

ا لچھے کے چکروں کی تعداد = ن۱

ب لچھے کے چکروں کی تعداد = ن۲

ا لچھے کی مزاحمت = س۱ اوہم

ب لچھے کی مزاحمت = س۲ اوہم

دور کی نامعلوم مزاحمت = لا اوہم

ذخیرہ خانہ کا محرکۂ برق = ب اولٹ

آلات کو شکل ۹۱ کی طرح ترتیب دو، اور مزاحمت ز کو اس طرح مرتب کرو کہ ا لچھے کو استعمال کرنے کی صورت میں رو پیما کا انصراف (۳۰) اور (۹۰) درجوں کے مابین ہو مقلب کے ذریعے دور کی تکمیل کرکے مزاحمت کے بکس میں سے کوئی مزاحمت شریک دور کئے بغیر اوسط انصراف عہ کی قیمت معلوم کرلو۔

اوسط انصراف عہ = ... ، مس عہ = ...

اس صورت میں $\frac{ب}{لا + س}$ = م مس عہ

• مزاحمت کے بکس سے ع مزاحمت کو شریک دور کرکے اوسط انصراف عہ معلوم کرلو۔

ع = ... اوہم ، اوسط انصراف عہ = ... ، مس عہ = ...

$\frac{ب}{لا + س + ع}$ = م مس عہ ∴ $\frac{لا + س + ع}{لا + س}$ = $\frac{مس عہ}{مس عہ}$ = $\frac{..........}{..........}$ = ...

مزاحمت کے بکس میں سے ع مزاحمت کو شریک دور کرکے اوسط انصراف عہ معلوم کرلو۔

ع = ... اوہم ، اوسط انصراف عہ = ... ، مس عہ = ...

$\frac{ب}{لا + س + ع}$ = م عہ ∴ $\frac{لا + س + ع}{لا + س}$ = $\frac{مس عہ}{مس عہ}$ = $\frac{..........}{..........}$ = ...

مساوات (۱) اور (۲) سے لا اور س کی قیمتیں معلوم کرلو۔

س = ... اوہم ، لا = ... اوہم ، لا + س = ۱۵ = ... اوہم

مقلب سے مماسی رو پیما کے لچھے ا کو غیر متعلق کرکے لچھے ب کو متعلق کرو، اور مقلب کے ذریعے دور کی تکمیل کرکے مزاحمت کے بکس میں سے کوئی مزاحمت شریک دور کئے بغیر اوسط انصراف عہَ معلوم کرلو۔

اوسط انصراف عہَ = ... اوہم ، مس عہَ = ...

اس صورت میں $\frac{ب}{لا + سَ}$ = م مس عہَ جہاں سَ = اس حالت میں رو پیما کی مزاحمت

• مزاحمت کے بکس سے عَ مزاحمت کو شریک دور کرکے اوسط انصراف عہَ معلوم کرلو۔

• $\frac{ب}{لا + سَ + عَ}$ = م مس عہَ ، اوسط انصراف عہَ = ... مس عہَ = ...

∴ $\frac{لا + سَ + عَ}{لا + سَ}$ = $\frac{مس عہَ}{مس عہَ}$ = $\frac{..........}{..........}$ = ...

مزاحمت کے بکس میں سے $ع_1$ مزاحمت شریک دور کر کے اوسط انحراف $ع_2$ معلوم کر لو۔

∴ اوسط انحراف $ع_2$ = ...، مس $ع_2$ = ...

$\frac{ب}{لا + س + ع} = م_2$ مس $ع_2$ ∴ $\frac{لا + س + ع_1}{لا + س} = \frac{مس ع_1}{مس ع_2}$ = ... = ... (۲)

مساوات (۱) اور (۲) سے س کی قیمت معلوم کر لو۔

س = ... اوہم، لا + س = ما = ... اوہم

اب $\frac{ب}{ما} = م_1$ مس $ع_1$، $\frac{ب}{ما} = م_2$ مس $ع_2$

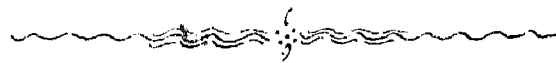
∴ $\frac{م_1}{م_2} = \frac{ما \times مس ع_1}{ما \times مس ع_2}$ = ... = ... = ...

$م_1 = \frac{10 ص ل}{\pi 2 ن_1}$ اور $م_2 = \frac{10 ص ل}{2 \pi ن_2}$ لہٰذا $\frac{ن_1}{ن_2} = \frac{م_2}{م_1} = \frac{1}{..........}$ = ...

ا لچھے کی صورت میں رو پیما کی مزاحمت = ... اوہم

ب لچھے کی صورت میں رو پیما کی مزاحمت = ... اوہم

ان لچھوں کے مستقلوں کی باہمی نسبت $\frac{م_1}{م_2}$ = ...

ان لچھوں کے چکروں کی باہمی نسبت $\frac{ن_1}{ن_2}$ = ...

امتحانی تجربات

(۱) دیے ہوئے آلے کے ذریعے کلیۂ بائل کی تصدیق کرو، اور دباؤ، اور حجم کے تعلق کو ترسیمی طریقے سے ظاہر کرو۔ (تجربہ ۶)۔

(۲) دی ہوئی لانبی نلی کے بند باز و میں پارے کے ذریعے کچھ ہوا مقید کرکے بار پیما کی بلندی دریافت کرو۔ (تجربہ ۷)

(۳) کرہ ہوائی کے دباؤ سے کم دباؤ کے تحت کلیۂ بائل کی تصدیق کرو۔ شیشے کی یکساں سوراخ والی ایک لانبی نلی اور پارہ کا ایک اسطوانہ دیا جائے گا۔ (تجربہ ۸)۔

(۴) دیے ہوئے آلے کے ذریعے قوتوں کے متوازی الاضلاع کا کلیہ ثابت کرو۔ قوتوں کے مابین (ا) ۳۰° (ب) ۴۵° اور (ج) ۶۰° کا زاویہ لیا جائے۔ (تجربہ ۹)۔

(۵) قوتوں کے متوازی الاضلاع کے اصول پر دیے ہوئے نامعلوم وزن کی قیمت س۔گ۔ث نظام کی اکائیوں میں دریافت کرو۔ (تجربہ ۹)۔

(۶) دیے ہوئے آلے سے قوتوں کے کثیر الاضلاع کا کلیہ ثابت کرو۔ (تجربہ ۱۰)۔

(۷) قوتوں کے کثیر الاضلاع کے اصول سے دیے ہوئے نامعلوم وزن کی قیمت گراموں میں دریافت کرو۔ (تجربہ ۱۰)۔

(۸) دیے ہوئے آلے سے کلیۂ معیار اثر کی تصدیق کرو۔ اور پیرم کا وزن بھی دریافت کرو۔ (۱۱)۔

(۹) دی ہوئی سوراخ دار سلاخ ایک افقی کیل پر رکھ کر جو اس کے سوراخوں میں گزر سکتی ہو، مختلف اوزان کے ذریعے سہارو اور اس کے ذاتی وزن کی تخمین کرو۔ (تجربہ ۱۱)۔

(۱۰) دیے ہوئے چرخیوں کے نظام کا مفاد حیلی اور رفتاری نسبت دریافت کرو۔ (تجربہ ۱۲ یا ۱۳)۔

(۱۱) ایک جسم کو سطح مائل پر سطح کے متوازی عمل کرنے والی قوت سے سہارا گیا ہے، ایک ایسی ترسیم تیار کرو جو قوت کی مقدار اور سطح کے زاویۂ میلان کے جیب میں تعلق ظاہر کرے۔ جسم کا وزن بھی معلوم کرو۔ (تجربہ ۱۴)۔

(۱۲) ایک ایسا منحنی تیار کرو جو مائل سطح پر دیے ہوئے لڑھکنے والے جسم کے اسراع اور سطح مائل کے زاویہ کے مابین تعلق بتائے۔ (تجربہ ۱۵)۔

(۱۳) دیے ہوئے کندہ کو سطح مائل پر پھسلا کر ایک ایسا منحنی تیار کرو جو سطح کے زاویۂ میلان کے جیب اور پھسلنے میں صرف ہونے والے وقت کے مربع کے مقلوب کے مابین تعلق بتلائے، اس منحنی سے ج کی قیمت اخذ کرو (تجربہ ۱۵)۔

(۱۴) کرویت پیما اور ترازو کی مدد سے دیے ہوئے کرہ کی کثافت مطلق دریافت کرو۔ (تجربہ ۳ و ۱۶)۔

(۱۵) دئے ہوئے ناقص ترازو سے دو طریقوں سے دی ہوئی شئے کی کمیت معلوم کرو۔ (تجربہ ۱۷)۔

(۱۶) ایک ناقص ترازو کے ذریعے دئے ہوئے دو اجسام کی کمیتوں میں فرق دو طریقوں سے معلوم کرو۔ (تجربہ ۱۸)۔

(۱۷) کثافتِ اضافی کی بوتل سے دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرو۔ (تجربہ ۱۹)۔

(۱۸) کثافتِ اضافی کی بوتل سے ریت کی کثافتِ اضافی معلوم کرو۔ (تجربہ ۲۰)۔

(۱۹) کثافتِ اضافی کی بوتل سے دئے ہوئے پانی میں حل پذیر سفوف کی کثافتِ اضافی معلوم کرو۔ (تجربہ ۲۱)۔

(۲۰) ماسکونی ترازو سے دئے ہوئے ٹھوس کی کثافتِ مطلق دریافت کرو۔ (تجربہ ۲۲)۔

(۲۱) ماسکونی ترازو سے کارک کی کثافتِ اضافی دریافت کرو۔ (تجربہ ۲۳)۔

(۲۲) نقصانِ وزن کے اصول سے دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی دریافت کرو۔ (تجربہ ۲۴)۔

(۲۳) ماسکونی ترازو سے کاپر سلفیٹ کے قلموں کی کثافتِ اضافی دریافت کرو (تجربہ ۲۵)۔

(۲۴) دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی کی رقموں میں شیشے کے ڈاٹ کی کثافتِ اضافی دریافت کرو۔ (تجربہ ۲۵)۔

(۲۵) کرویت پیما اور ماسکونی ترازو سے دئے ہوئے دہاتی پتر کی سطح کا رقبہ دریافت کرو۔

نقصانِ وزن معلوم کرکے حجم معلوم کرلیا جائے، اور کرویت پیما سے دبازت دریافت کرکے سطح کا رقبہ محسوب کرلیا جائے۔

(۲۶) تولنے کے عمل سے یکساں دبازت کی دی ہوئی شکن دار تختی کی سطح کا رقبہ دریافت کرو۔

نقصانِ وزن معلوم کرکے حجم معلوم کرلیا جائے۔ اور خردہ پیما کے ذریعے دبازت دریافت کرکے سطح کا رقبہ محسوب کرلیا جائے۔

(۲۷) تولنے کے عمل سے یکساں تراشِ عمودی کے تار کی دی ہوئی انجھن کا طول دریافت کرو (تجربہ ۲۶)۔

(۲۸) تولنے کے عمل سے معلوم طول کے دئے ہوئے یکساں تراشِ عمودی کے تار کا قطر دریافت کرو

نقصانِ وزن کو ۲۴۱ء۳ × طول سے تقسیم کرکے حاصلِ تقسیم کے جذر کا دوچند معلوم کرلیا جائے۔

(۲۹) نکلسنی مائع پیما کے ذریعے پیرافینی موم کی کثافتِ اضافی دریافت کرو۔ (تجربہ ۲۸)۔

(۳۰) نکلسنی مائع پیما کے ذریعے کاپر سلفیٹ کے قلموں کی کثافتِ اضافی دریافت کرو

تجربہ ۲۸ کی طرح تیل کی اضافت سے قلموں کی کثافت معلوم کی جائے، اور تجربہ ۲۹ کی طرح تیل کی کثافتِ اضافی معلوم کرکے اسے اول الذکر نتیجے سے ضرب دے دیا جائے۔

(۳۱) نکلسنی مائع پیما سے دئے ہوئے مائع کی کثافتِ اضافی معلوم کرو۔ (تجربہ ۲۹)۔

(۳۲) لانمانلی سے کاپر سلفیٹ کے محلول کی کثافتِ اضافی دریافت کرو۔ (تجربہ ۳۰)۔

(۴۳) ہیر کے آلے سے مٹی کے تیل کی کثافتِ اضافی معلوم کرو۔ (تجربہ ع۳۱)۔

(۴۴) دو دیئے ہوئے مائعات کے مختلف بلندیوں کے اُسطوانوں کو ایک لا نما نلی میں جس کا ایک بازو دوسرے سے بہت چھوٹا ہے۔ پارے کے خلاف سہارکر ان کی کثافتوں کا مقابلہ کرو

نلی میں اس قدر پارہ ڈالو کہ اس کا چھوٹا بازو بہ قدر ایک تہائی کے پارے سے بھر جائے۔ پھر بڑے بازو میں کسی ایک مائع کی مناسب مقدار داخل کرکے چھوٹے بازو میں پارے کی سطح کا مقام دیکھو اور بڑے بازو میں اس مائع کے اسطوانے کی بلندی ب ناپ لو بعد ازآں اس مائع کو نلی سے نکال کر اس کی بجائے بڑے بازو میں دوسرا مائع اتنی مقدار میں داخل کرو کہ چھوٹے بازو میں پارے کی سطح پھر اسی مقام پر آجائے جس مقام پر کہ اول الذکر صورت میں تھی، جب یہ صورتِ حال ہو تو بڑے بازو میں دوسرے مائع کے اسطوانے کی بلندی ب۲ ناپ لو تو، مائعات کی کثافتوں کی باہمی نسبت $\frac{ب}{ب_۲}$ ہوگی۔

(۴۵) دیئے ہوئے آلے سے قدرِ فرک کی قیمت معلوم کرو۔ (تجربہ ع۳۲)۔

(۴۶) سطح مائل کے ذریعے لکڑی اور لکڑی کے درمیان سکونی رگڑ دریافت کرو۔ (تجربہ ع۳۲)۔

(۴۷) دیئے ہوئے تین کندوں کی رگڑ کی شرحیں معلوم کرو جب کہ ان کی سطحیں لکڑی سے مس کر رہی ہوں۔ (تجربہ ع۳۲)۔

(۴۸) دیئے ہوئے رقاص کے وقتِ دوران کے مربع اور اس کے طول کے درمیان تعلق ظاہر کرنے کے لئے ترسیم بناؤ، پھر حیدرآباد میں ثانیہ کے رقاص کا طول دریافت کرو۔ (تجربہ ع۳۳)۔

(۴۹) ج کی قیمت کو ۹۷۸ مان کر طریقۂ اہتزاز سے دیئے ہوئے رقاص کی ڈوری کا طول معلوم کرو

تجربہ ع۳۳ کی طرح وقتِ دوران معلوم کرکے "ل" معلوم کر لیا جائے، پھر شاقول کے نصف قطر کو اس سے تفریق کر دیا جائے۔ حاصلِ تفریق مطلوبہ طول ہوگا۔

(۵۰) ترسیم کے ذریعے ایک ایسے سادہ رقاص کا طول دریافت کرو جو نصف ارتعاش ایک ثانیہ میں کرتا ہے۔ (تجربہ ع۳۳)۔

(۵۱) سادہ رقاص کے کلیات ثابت کرو

تجربہ ع۳۳ کے علاوہ مختلف نوعیت اور کمیت کے شاقول استعمال کرکے ہر صورت میں سادہ رقاص کا مجموعی طول مستقل رکھ کر وقتِ دوران معلوم کیا جائے، اور یہ ثابت کیا جائے کہ وقتِ دوران شاقول کی نوعیت، یا کمیت کے کسی طرح تابع نہیں، یعنے اگر طول مستقل رہے اور مقام تجربہ نہ بدلے تو وقتِ دوران کی قیمت میں کوئی تغیر نہیں ہوتا۔

(۴۲) دی ہوئی شئے کو پگھلا کر اس کا تبریدی منحنی بناؤ، اور نقطۂ اماعت دریافت کرو۔ (تجربہ ۳۶)۔

(۴۳) بخاری دباؤ کے ذریعے دیئے ہوئے مائع کا نقطۂ جوش دریافت کرو۔ (تجربہ ۳۸)۔

(۴۴) ایک لانما نلی کے ایک سرے کو بند کر کے دو دیے ہوئے مائعات کے نقاطِ جوش کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۳۸)۔

(۴۵) دیئے ہوئے آلے سے دی ہوئی سلاخ کی طولی اور مکعب پھیلاؤ کی شرحیں دریافت کرو۔ (تجربہ ۳۹)۔

(مکعب پھیلاؤ کی شرح طولی پھیلاؤ کی شرح کا تقریباً سہ چند ہوتی ہے)

(۴۶) کثافتِ اضافی کی بوتل سے دیئے ہوئے مائع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔ (تجربہ ۴۰)۔

(۴۷) کثافتِ اضافی کی بوتل سے دیئے ہوئے مائع کے حقیقی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو، تمہیں بوتل کے مکعب پھیلاؤ کی شرح بتلا دی جائے گی۔ (تجربہ ۴۰)۔

(مائع کے حقیقی پھیلاؤ کی شرح = مائع کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح + برتن کے حجمی پھیلاؤ کی شرح)۔

(۴۸) پارہ استعمال کر کے دی ہوئی بوتل کے حجمی پھیلاؤ کی شرح دریافت کرو۔ مائع کے مطلق پھیلاؤ کی شرح بتلا دی جاتی ہے۔

تجربہ ۴۰ کی طرح پارے کے ظاہری پھیلاؤ کی شرح معلوم کر کے اسے پارے کے حقیقی پھیلاؤ کی شرح میں سے تفریق کر دیا جائے، حاصلِ تفریق بوتل کے حجمی پھیلاؤ کی شرح کی قیمت ہوگی۔

(۴۹) دیئے ہوئے آلے سے مستقل دباؤ پر ہوا کے حجمی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔ (تجربہ ۴۲)۔

(۵۰) دیئے ہوئے آلے کے ذریعے مستقل حجم پر ہوا کے لئے دباؤ اور تپش کا باہمی تعلق ترسیماً ظاہر کرو، اس سے تپش کا صفرِ مطلق اخذ کرو۔ (تجربہ ۴۳)۔

(۵۱) مستقل حجم والے ہوائی تپش پیما کے ذریعے پگھلتی ہوئی برف کی تپش سے لے کر پانی کے نقطۂ جوش تک مختلف تپشوں پر تجربہ کر کے ہوا کے دباؤ کے اضافے کی شرح دریافت کرو۔ (تجربہ ۴۳)۔

(۵۲) مستقل حجم والے ہوائی تپش پیما کے ذریعے دی ہوئی شئے کا نقطۂ اماعت دریافت کرو۔ (تجربہ ۴۴)۔

(۵۳) مستقل حجم والے ہوائی تپش پیما کے ذریعے ۰°، اور ۹۰° کے درمیان ہوا کے دباؤ اور تپش کا منحنی تیار کرو اور اس کے ذریعے ہوا کے پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔

تجربہ ۴۳، مگر جوفہ کو ابتداءً یخ میں رکھنے کے بجائے ۰°م پر کے پانی میں رکھنا چاہیئے۔ اور پانی کو نقطۂ جوش تک گرم کرنے کے بجائے ۹۰°م تک گرم کرنا چاہیئے۔

(۵۴) دئے ہوئے حرارہ پیما کے آب مساوی کی قیمت دریافت کرو۔ (تجربہ ۴۵)۔

(۵۵) طریقۂ آمیزش سے گار کے پتھر کے ٹکڑوں کی حرارتِ نوعی دریافت کرو۔ (تجربہ ۴۶)۔

(۵۶) طریقۂ آمیزش سے معلوم حرارتِ نوعی کے سیسے کے چھروں کی مدد سے گلیسرین کی حرارتِ نوعی دریافت کرو {تجربہ ۴۷}

(۵۷) طریقۂ تبرید سے دئے ہوئے مائع کی حرارتِ نوعی دریافت کرو۔ (تجربہ ۴۸)۔

(۵۸) دئے ہوئے آلے سے اماعتِ یخ کی مخفی حرارت دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۰)۔

(۵۹) برف ڈال کر دئے ہوئے مائع کی حرارتِ نوعی دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۱)

(۶۰) دئے ہوئے مائع میں بھاپ کو بستہ کرکے مائع کی حرارتِ نوعی دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۲)۔

(۶۱) معلوم حرارتِ نوعی کے دئے ہوئے مائع کو استعمال کرکے اماعتِ یخ کی مخفی حرارت دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۱)۔

(۶۲) معلوم حرارتِ نوعی کے دئے ہوئے مائع کو استعمال کرکے بھاپ کی مخفی حرارت دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۲)۔

(۶۳) گرم پارہ ملا کر گلیسرین کی حرارتِ نوعی معلوم کرو۔ حرارہ پیما کا آب مساوی علیحدہ تجربہ کرکے معلوم کیا جائے۔ (تجربہ ۴۵ و ۴۷)۔

(۶۴) پانی کو فضا سے کمتر تپش پر لاکر دئے ہوئے ٹھوس کی حرارتِ نوعی معلوم کرو۔ حرارہ پیما کا آبِ مساوی علیحدہ تجربہ کرکے معلوم کیا جائے۔ (تجربات ۴۵ و ۴۶)۔

اس صورت میں ٹھوس کو گرم کرنے کی ضرورت نہیں۔ پانی جس برتن میں ہو اُسے برف میں رکھ کر اُس کو فضا سے کمتر تپش پر لایا جائے، اور تجربہ ۴۶ کی طرح حرارتِ نوعی معلوم کی جائے۔

(۶۵) معلوم حرارتِ نوعی کے مائع کو فضا کی تپش سے بالاتر تپش پر گرم کرکے دئے ہوئے ٹھوس کی حرارتِ نوعی دریافت کرو۔ حرارہ پیما کا آبِ مساوی علیحدہ تجربہ کرکے معلوم کیا جائے۔ (تجربات ۴۵ و ۴۷)

مائع، اور حرارہ پیما کے نقصانِ حرارت کو ٹھوس کے کسبِ حرارت کے مساوی تصور کرکے ٹھوس کی حرارتِ نوعی معلوم کی جائے۔

(۶۶) معلوم حرارتِ نوعی کے ٹھوس کو پگھلتے ہوئے برف کی تپش پر لاکر دئے ہوئے مائع کی حرارتِ نوعی دریافت کرو حرارہ پیما کا آبِ مساوی علیحدہ تجربہ کرکے معلوم کیا جائے۔ (تجربات ۴۵ و ۴۷)۔

اس صورت میں ٹھوس کو گرم کرنے کے بجائے پگھلتے ہوئے برف کی تپش تک سرد کرلیا جاتا ہے، اور مائع اور حرارہ پیما کا نقصانِ حرارت، ٹھوس کے کسبِ حرارت کے مساوی تصور کیا جاتا ہے۔

(۶۷) تمہیں موم اور دھاتی سلاخیں دی جاتی ہیں۔ سلاخوں کے ایک سرے کو ایک ساتھ اُبلتے ہوئے پانی میں گرم کرکے ان کی حرارتی موصلیتوں کا مقابلہ کرو۔
سلاخوں پر جن دوریوں $ف_۱$ اور $ف_۲$ تک موم پگھلے انھیں ناپ لیا جائے
موصلیتوں کی باہمی نسبت = $\frac{ف_۱^۲}{ف_۲^۲}$

(۶۸) دئے ہوئے آلے سے نقطۂ شبنم اور مرطوبیتِ اضافی دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۳ یا ۵۴ یا ۵۵)۔

(۶۹) دی ہوئی نلی میں پارے کو بار بار گراکر حرارت کا معادلِ حیلی دریافت کرو
تقریباً پچاس مکعب سمر پارہ لے کر اس کی ابتدائی تپش $ت_۱$ دیکھ لو، پھر ۱۰۰ سمر لانبی ایک طرف سے بند شیشے کی ایک چوڑی نلی لے کر اس میں یہ پارہ داخل کرو۔ نلی کے کھلے سرے پر ایک چست ڈاٹ لگا دو۔ نلی کو انتصابی وضع میں رکھ کر تیزی کے ساتھ اس طرح الٹو کہ اس کا بالائی سرا جہاں تھا، وہاں نچلا سرا آجائے، اور یہی عمل جلد جلد تقریباً سو مرتبہ کرو۔ اس عمل کے ختم ہوتے ہی ڈاٹ نکال کر پارے کو پھرتی سے کسی چھوٹے بیالے میں ڈال دو، اور فی الفور اس کی آخری تپش $ت_۲$ دیکھ لو۔ مان لو کہ نلی کو ن مرتبہ الٹا گیا ہے۔
ف = وہ فصل ہے جسے پارے کے مرکز ثقل نے ہر مرتبہ الٹنے میں طے کیا ہے۔
ک = پارے کی کمیت گراموں میں   نخ = پارے کی حرارتِ نوعی
اور ج = اسراع بہ وجہ جاذبۂ زمین
صرف شدہ کام = ک ج × ن × ف = حاصل شدہ حرارت = ک نخ ($ت_۲$ - $ت_۱$)
∴ حرارت کا معادلِ حیلی = جو = $\frac{ج \times ن \times ف}{نخ (ت_۲ - ت_۱)}$
حرارت کے معادلِ حیلی سے مراد کام کی وہ مقدار ہے جس سے حرارت کی ایک اکائی حاصل ہو۔

(۷۰) گمک نلی کے ذریعے آواز کی رفتار ہوجو دہ تپش پر دریافت کرو، اور حسابی عمل سے صفر درجۂ مئی پر کی رفتار معلوم کرو۔ (تجربہ ۵۶)۔

(۷۱) گمک نلی کے ذریعے دئے ہوئے دو شاخے کا تعدد معلوم کرو۔ آواز کی رفتار بصفر درجۂ مئی پر ۳۳۴ میٹر فی ثانیہ فرض کی جائے۔ (تجربہ ۵۶)۔

(۷۲) گمک نلی کے ذریعے دئے ہوئے دو شاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۵۶)۔

(۷۳) صوت پیما کے ذریعے دئے ہوئے دو شاخے کا تعدد دریافت کرو۔ (تجربہ ۵۸)۔

(۷۴) صوت پیما کے تار کی کثافت معلوم کرو، کافی وزن معلوم، تعداد کا دوشاخہ، اور خردہ پیما پیچ دئے جاتے ہیں۔ (تجربہ ۵۹)۔

(۷۵) صوت پیما کے تار کی کمیت معلوم کرو جب کہ وہ کسی معلوم تعداد کے دوشاخے کے ساتھ گمک دے رہا ہے۔
تجربہ ۵۹ کی طرح تار کی کثافت اور تراش عمودی کا رقبہ معلوم کر کے ان دونوں کے حاصل ضرب کو تار کے طول سے ضرب دے دیا جائے، تو تار کی کمیت معلوم ہو جائے گی۔

(۷۶) صوت پیما کی مدد سے تاروں کے عرضی ارتعاش کے کلیوں کی تصدیق کرو۔ (تجربہ ۵۷)۔

(۷۷) نامعلوم تعداد ارتعاش کا سُر پیدا کرنے والا ایک دوشاخہ دیا جاتا ہے، گمکیلی نلی، اور صوت پیما کی مدد سے دئے ہوئے جسم کا وزن دریافت کرو (گمک نلی کے ذریعے دوشاخے کا تعداد ارتعاش تجربہ ۵۶ کی طرح معلوم کر لیا جائے۔
اور تجربہ ۶۰ کی طرح نامعلوم وزن کی کمیت دریافت کر لی جائے)۔

(۷۸) دئے ہوئے سُر پیدا کرنے والے دوشاخے کا ارتعاش گمکیلی نلی کے ذریعے معلوم کرو، اور نتیجے کی تصدیق صوت پیما کے ذریعے کرو۔ (تجربات ۵۶ و ۵۸)۔

(۷۹) صوت پیما، اور گمک نلی کے ذریعے ایک نامعلوم تعداد کا دوشاخہ استعمال کر کے ہوا میں رفتار آواز کی قیمت معلوم کرو۔ (تجربہ ۶۱)۔

(۸۰) صوت پیما، اور معلوم تعداد کے دوشاخوں کے ذریعے دی ہوئی تھیلیوں کے اوزان کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۶۳)۔

(۸۱) صوت پیما کے ذریعے دئے ہوئے مساوی قطروں کے تاروں کی کثافتوں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۶۴)۔

(۸۲) صوت پیما کے ذریعے دئے ہوئے مساوی کثافتوں کے تاروں کے قطروں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۶۵)۔

(۸۳) ضیا پیما کے ذریعے دئے ہوئے مبداء نور کی بتی طاقت ۲ طریقوں سے دریافت کرو۔ (تجربات ۶۶ و ۶۷)۔

(۸۴) دی ہوئی متوازی پہلوؤں والی تختی سے زاویۂ وقوع، اور زاویۂ انعطاف کے مابین تعلق بتانے والی ترسیم حاصل کرو۔ (تجربہ ۶۹ نتایج کو ترسیمی شکل میں ظاہر کیا جائے۔

(۸۵) زاویۂ وقوع، اور زاویۂ انحراف میں تعلق بتانے والی ترسیم حاصل کرو، اور اس سے اقل زاویۂ انحراف کی قیمت معلوم کر کے منشور کا انعطاف نما دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۰)۔

(۸۶) ایک کھوکھلا منشور نقشہ کشی کا تختہ، اور چند الپین تمہیں دئے جاتے ہیں، چار مختلف ارتکازوں پر سوڈیم کلورائیڈ کے محلول تیار کر کے ایک ایسا منحنی حاصل کرو جو ارتکاز، اور اقل انحراف کے زاویہ کے مابین رشتہ بتائے۔ تجربہ ۷۱ کی طرح ہر ارتکاز کی صورت میں اقل زاویۂ انحراف معلوم کر کے ترسیم بنائی جائے۔

(۸۷) طیف پیما کے ذریعے دئے ہوئے منشور کا انعطافی زاویہ ۲ دو طریقوں سے دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۲)۔
(۸۸) طیف پیما کے ذریعے دئے ہوئے منشور کا انعطاف نما دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۲)۔
(۸۹) طیف پیما کے ذریعے دئے ہوئے مائع کا انعطاف نما دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۲)۔
(۹۰) طیف پیما کے ذریعے دئے ہوئے مائعات کے انعطاف نماؤں کا فرق معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۲)۔
(۹۱) طیف پیما کے ذریعے دئے ہوئے مائعات کے انعطاف نماؤں کی باہمی نسبت معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۲)
(۹۲) زاویۂ فاصل کے اصول سے دئے ہوئے منشور کا انعطاف نما دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۳)۔
(۹۳) انعکاسِ کلی کے اصول سے دئے ہوئے مائع کا انعطاف نما معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۴)۔
(۹۴) خردبین کے ذریعے شیشے کا انعطاف نما معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۵)۔
(۹۵) خردبین کے ذریعے دئے ہوئے مائع کا انعطاف نما معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۶)۔
(۹۶) خردبین کے ذریعے دئے ہوئے مائعات کے انعطاف نماؤں کا فرق معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۶)۔
(۹۷) خردبین کے ذریعے دئے ہوئے مائعات کے انعطاف نماؤں کی باہمی نسبت معلوم کرو۔ (تجربہ ۷۶)۔
(۹۸) متحرک خردبین کے ذریعے دئے ہوئے برتن پر کے نشانِ خاص سے اس کے تلے کی گہرائی کسی معلوم انعطاف نما کے مائع کو استعمال کرکے دریافت کرو۔

برتن کو نشانِ خاص تک مائع سے بھرکر تجربہ ۷۶ کی طرح ظاہری گہرائی معلوم کرکے حقیقی گہرائی محسوب کرلی جائے۔

(۹۹) اختلافِ منظر کے طریقے سے دئے ہوئے مقعر آئینے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۷)۔
(۱۰۰) اختلافِ منظر کے طریقے سے دئے ہوئے محدب آئینے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۸)۔
(۱۰۱) اختلافِ منظر کے طریقے سے دئے ہوئے محدب عدسے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۷۹)۔
(۱۰۲) اختلافِ منظر کے طریقے سے دئے ہوئے مقعر عدسے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۰)۔
(۱۰۳) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے مقعر آئینے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۱)۔
(۱۰۴) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے محدب عدسے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۲)۔
(۱۰۵) عدسے کے لئے دو محل دریافت کرکے تختِ مناظر کے ذریعے محدب عدسے کا ماسکی طول دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۳)۔
(۱۰۶) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے محدب عدسے کا ماسکی طول ۲ دو طریقوں سے دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۲ و ۸۳)۔

(۱۰۷) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے محدب عدسے کا ماسکی طول ایک مستوی آئینہ استعمال کرکے دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۴)۔

(۱۰۸) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے محدب آئینہ کا ماسکی طول ایک معاون محدب عدسہ استعمال کرکے دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۵)۔

(۱۰۹) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے مقعر عدسے کا ماسکی طول ایک معاون مقعر آئینہ استعمال کرکے دریافت۔ (تجربہ ۸۹)۔

(۱۱۰) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے مقعر عدسے کا ماسکی طول ایک معاون محدب عدسہ استعمال کرکے دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۷)۔

(۱۱۱) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے مقعر عدسے کا ماسکی طول دو طریقوں سے دریافت کرو۔ (تجربات ۸۶ و ۸۷)۔

(۱۱۲) تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے مقعر عدسے کا ماسکی طول ایک معاون محدب عدسہ اور مستوی آئینہ استعمال کرکے دریافت کرو۔ (تجربہ ۸۸)۔

(۱۱۳) کرویت پیما، اور تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے محدب عدسے کے مادے کا انعطاف نما معلوم کرو۔ (تجربات ۸۹ و ۴۷)۔

(۱۱۴) کرویت پیما، اور تختِ مناظر کے ذریعے دئے ہوئے مقعر عدسے کا انعطاف نما دریافت کرو۔ (تجربات ۸۹ و ۴۷)۔

(۱۱۵) ایک سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں اس کا شمالی سرا جنوب کی طرف کرکے رکھو اور زمین اور مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی سے مقناؤ کی حدت معلوم کرو۔ (تجربہ ۹۰)۔

(۱۱۶) ایک سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار میں اس کا شمالی سرا شمال کی طرف کرکے رکھو، اور زمین اور مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی سے مقناطیس کا معیارِ اثر معلوم کرو۔ (تجربہ ۹۱)۔

(۱۱۷) ایک سلاخی مقناطیس کو مقناطیسی مشرق و مغرب کی سمت میں رکھ کر زمین اور مقناطیس کے مشترکہ میدان کے خطوط کی نقشہ کشی سے مقناطیس کی قطبی طاقت معلوم کرو۔ (تجربہ ۹۲)۔

(۱۱۸) طریقۂ انحراف سے دئے ہوئے مقناطیسوں کو دو معروف وضعوں میں رکھ کر ان کے اثری معیاروں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۹۳)۔

(۱۱۹) طریقۂ اہتزاز سے دئے ہوئے مقناطیسوں کے اثری معیاروں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۹۴)۔

(۱۲۰) انحرافی، اور اہتزازی مقناطیسیت پیماؤں کو استعمال کرکے دئے ہوئے دو سلاخی مقناطیسوں کے جمود کے اثری معیاروں کا مقابلہ کرو۔

تجربہ ۹۳ کی طرح $\frac{م}{ص}$ کی قیمت معلوم کرلی جائے، اس کے بعد تجربہ ۹۴ کی طرح مقناطیسوں کے جمود کے معیارِ اثر معلوم کئے بغیر پھر $\frac{م}{ص}$ کی قیمت معلوم کی جائے، ان دونوں قیمتوں کو ایک دوسرے کے مساوی تصوّر کرکے $\frac{1}{مچ}$ کی قیمت محسوب کرلی جائے۔

(۱۲۱) انصرافی مقناطیسیت پیما پر معلوم جمود کے معیارِ اثر والے ایک سلاخی مقناطیس کو دو معروف وضعوں میں رکھ کر اس کے مقناطیسی معیارِ اثر، اور زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت میں جو نسبت ہو گی، اس کو معلوم کرو، اور اہتزازی مقناطیسیت پیما کے ذریعے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت، اور مقناطیس کے مقناطیسی معیارِ اثر کی قیمت اخذ کرو۔ (تجربہ ۹۵)۔

$\frac{م}{ز}$ کی قیمت سیدھی، اور آڑی دونوں وضعوں کی صورت میں معلوم کی جائے۔

(۱۲۲) دئے ہوئے مقناطیس کا مقناطیسی معیارِ اثر دریافت کرو۔ (تجربہ ۹۵)۔

(۱۲۳) اہتزازی مقناطیسیت پیما کے ذریعے دئے ہوئے دو سلاخی مقناطیسوں کے مقناطیسی اثری معیاروں کا مقابلہ کرو۔ اپنے نتیجے کی تصدیق انصرافی مقناطیسیت پیما کے ذریعے کرو۔ (تجربات ۹۴ و ۹۳)۔

(۱۲۴) مقناطیسیت پیما کے طریقے سے دئے ہوئے سلاخی مقناطیس کے قطب کی قیمت معلوم کرو، ا کی قیمت ۳۶ ر ڈائین تصوّر کی جائے۔

تجربہ ۹۵ کی طرح $\frac{م}{ا}$ کی قیمت معلوم کرکے م محسوب کرلیا جائے، اس کے بعد اسے مقناطیس کے موثر طول ۲ل سے تقسیم کرکے قطبی طاقت دریافت کرلی جائے۔

(۱۲۵) طریقۂ اہتزاز سے دئے ہوئے دو مقناطیسوں کے میدانوں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۹۶)۔

(۱۲۶) دئے ہوئے مقناطیسی قرص کا محور دریافت کرو۔

قرص پر حوالے کے لئے کوئی ایک قطر بنالو، پھر مقناطیسی قرص کو اس کے کسی ایک مسطح پہلو کے مرکز سے ایک باریک مضبوط ریشے کے ذریعے آویزاں کرو، قرص کے عین نیچے، لیکن اس سے بالکل الگ کاغذ کا ایک تاؤ افقی وضع میں جمادو، اور قرص کے ساکن ہو جانے کے بعد قطر کے سروں کے مقابل نیں لگاکر کاغذ پر قطر کی وضع قیام کی تعین کرلو، بعد ازآں قرص کو اس کے دوسرے مسطح پہلو کے مرکز سے ایک باریک مضبوط ریشے کے ذریعے اسی طرح آویزاں کرکے پھر کاغذ پر قطر کی وضع قیام کی تعین کرلو۔ اس طرح حاصل ہونے والے دونوں خطوط کے درمیانی زاوئے کے ناصف سے مقناطیسی نصف النہار، اور مقناطیسی قرص کے محور کی تعین ہوتی ہے۔

(۱۲۷) تانبے کا کیمیائی رو پیما استعمال کرکے مماسی رو پیما کے تحویلی جز کی قیمت معلوم کرو۔ (تجربہ ۹۷)۔

(۱۲۸) ام پیما کے مظہرہ نشانات کو صحیح مان کر دئے ہوئے مماسی رو پیما کا تحویلی جز دریافت کرو۔
تجربہ ۹۷ مگر تانبے کے کیمیائی رو پیما کے بجائے دیا ہوا ام پیما استعمال کیا جائے۔

(۱۲۹) تمہیں تانبے کا ایک کیمیائی رو پیما دیا جاتا ہے اس کے ذریعے دئے ہوئے ام پیما کے دو مقروؤں کی صحت کا امتحان کرو
تجربہ ۹۷ مگر مماسی رو پیما اور مقلب کے بجائے ڈاٹ کنجی اور دیا ہوا ام پیما استعمال کیا جائے۔
دو مختلف قیمت کی برقی رَوئیں یکے بعد دیگرے دوریں سے گذار کر یہ دیکھا جائے کہ تانبے کے کیمیا رَو پیما کے ذریعے
معلوم ہونے والی رَو کی قیمت اور اَم پیما سے ظاہر ہونے والی قیمت میں کیا فرق ہے۔

(۱۳۰) تانبے کا کیمیائی رَو پیما اور مماسی رو پیما استعمال کرکے زمین کے مقناطیسی میدان کے اُفقی جز کی قیمت دریافت کرو
تجربہ ۹۷ کی طرح مماسی رو پیما کا تحویلی جز معلوم کرکے اسے $\frac{۵ص}{۲۲ن}$ سے تقسیم کر دیا جائے تو حاصل تقسیم ا کی قیمت ہو گی۔

(۱۳۱) تانبے کا کیمیائی رو پیما اور مماسی رو پیما استعمال کرکے مماسی رو پیما کے لچھے کے چکروں کی تعداد دریافت کرو،
زمین کے مقناطیسی میدان کے اُفقی جز کی قیمت ۶ ۳ء ڈائین تصوّر کی جائے۔
تجربہ ۹۷ کی طرح مماسی رو پیما کے تحویلی جز کی قیمت معلوم کرکے اُس سے $\frac{۵ص \times ۳۶ء}{۲۲}$ کو تقسیم کر دیا جائے تو
حاصلِ تقسیم لچھے کے چکروں کی تعداد ہو گی۔

(۱۳۲) مماسی رَو پیما کے ذریعے تانبے کے کیمیائی برقی معادل کی قیمت معلوم کرو۔ (تجربہ ۹۸)۔

(۱۳۳) دئے ہوئے اَم پیما کے مظہرہ نشانات کو صحیح مان کر تانبے کے کیمیائی برقی معادل کی قیمت معلوم کرو۔
تجربہ ۹۸ مگر مماسی رو پیما اور مقلب کے بجائے ڈاٹ کنجی اور دیا ہوا اَم پیما استعمال کیا جائے۔

(۱۳۴) اَم پیما اور وولٹ پیما استعمال کرکے کلیۂ اوہم کی تصدیق کرو، اور دی ہوئی نامعلوم مزاحمت کی
قیمت معلوم کرو۔ (تجربہ ۹۹)۔

۱۳۵ ایک مقوم، اور مماسی رَو پیما کے کوئی دو لچھے علیحدہ طور پر استعمال کرکے دئے ہوئے ناقص اَم پیما کے
مشاہدات کی تصحیح دو نشان زدہ مقامات پر کرو۔ زمین کے مقناطیسی میدان کی حدت تمہیں
بتادی جاتی ہے۔
آلات کو شکل ۷۸ کی طرح ترتیب دو، مگر تانبے کے کیمیائی رَو پیما کے بجائے، ناقص اَم پیما استعمال کرو۔
مقوم کو اس طرح مرتب کرو کہ اَم پیما کا نمایندہ کسی ایک نشان زدہ مقام پر آجائے۔

اس کے بعد تجربہ عـ۹۸ کی طرح مماسی رَو پیما کے اوسط انصراف کا مشاہدہ کر کے رَو کی قیمت معلوم کرو۔
اور یہ دیکھو کہ آم پیما سے ظاہر ہونے والی قیمت اور اس قیمت میں کیا فرق ہے، پھر رَو پیما کا کوئی دوسرا لچھا استعمال کر کے اسی طرح کر، آم پیما، اور رَو پیما سے ظاہر ہونے والی رَوؤں کی قیمتوں کا باہمی فرق معلوم کرو، تو ان دونوں نتایج کا اوسط آم پیما کے پہلے نشان زدہ مقام کے لئے تصحیح کی قیمت ہو گی۔ بالکل اسی طرح دوسرے نشان زدہ مقام کے لئے تصحیح کی قیمت معلوم کی جائے۔
دوسری صورت میں مقوم کو اس طرح مرتب کرنا چاہیئے کہ رَو پیما کا نمایندہ دوسرے نشان زدہ مقام پر آجائے۔

(۱۳۶) مماسی رو پیما، اور دی ہوئی مزاحمتوں کے ذریعے مزاحمتوں کی ہم سلسلہ اور ہم توازی ترتیبوں کا کلیہ ثابت کرو
تجربہ عـ۱۰۰ کی طرح مزاحمتوں کو الگ الگ نامعلوم مزاحمت کے طور پر استعمال کر کے ان کی قیمتیں معلوم کر لی جائیں، پھر انھیں ہم سلسلہ جوڑ کر اسی طرح معادلی مزاحمت کی قیمت معلوم کی جائے۔ بعد ازآں مزاحمتوں کو ہم توازی جوڑ کر اسی طریقے سے معادلی مزاحمت کی قیمت دریافت کی جائے، اور یہ ثابت کیا جائے کہ
ہم سلسلہ ترتیب کی صورت میں معادلی مزاحمت کی قیمت = تمام مزاحمتوں کا مجموعہ
ہم توازی ترتیب کی صورت میں معادلی موصلیت کی قیمت = تمام موصلیتوں کا مجموعہ

(۱۳۷) میٹر کی پل کے ذریعے دئے ہوئے تار کی نوعی مزاحمت معلوم کرو۔ (تجربہ عـ۱۰۲)۔

(۱۳۸) میٹر کی پل کے ذریعے دئے ہوئے تار کے لچھے کا طول دریافت کرو۔ تار کی مزاحمت نوعی تمھیں بتادی جائے گی۔ (تجربہ عـ۱۰۳)۔

(۱۳۹) میٹر کی پل کے ذریعے دئے ہوئے معلوم طول کے تار کا قطر معلوم کرو۔ تار کی مزاحمت نوعی تمھیں بتادی جائے گی۔ (تجربہ عـ۱۰۲)۔

(۱۴۰) میٹر کی پل کے ذریعے دئے ہوئے تاروں کی نوعی مزاحمتوں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ عـ۱۰۳)۔

(۱۴۱) میٹر کی پل کے ذریعے ہم سلسلہ اور ہم توازی مزاحمتوں کے کلیات کی تصدیق کرو۔ (تجربہ عـ۱۰۴)۔

(۱۴۲) پوسٹ آفس باکس کے ذریعے دئے ہوئے تار کی نوعی مزاحمت معلوم کرو۔ (تجربہ عـ۱۰۷)۔

(۱۴۳) پوسٹ آفس باکس کے ذریعے دئے ہوئے تار کے لچھے کا طول معلوم کرو۔ اس کی مزاحمت نوعی تمھیں بتادی جائے گی۔ (تجربہ عـ۱۰۷)۔

(۱۴۴) پوسٹ آفس باکس کے ذریعے دئے ہوئے معلوم طول کے تار کا قطر دریافت کرو۔ تار کی مزاحمت نوعی

نہیں بتادی جائے گی۔ (تجربہ ۱۰۷)۔

(۱۴۵) پوسٹ آفس باکس کے ذریعے ہم سلسلہ، اور ہم نوازی مزاحمتوں کے کلیات کی تصدیق کرو۔ (تجربہ ۱۰۸)۔

(۱۴۶) جمع و تفریق کے طریقے سے مماسی رَو پیما استعمال کرکے دئے ہوئے خانوں کی برقی محرکوں کا مقابلہ کرو۔ (تجربہ ۱۰۹)۔

(۱۴۷) قوۃ پیما کے ذریعے دئے ہوئے دو خانوں کے برقی محرکوں کا مقابلہ دو طریقوں سے کرو۔ (تجربہ ۱۱۰)۔

(۱۴۸) دئے ہوئے آلے سے ثابت کرو کہ دئے ہوئے تار پر قوۃ کا اُتار یکساں ہے۔

قوۃ پیما شکل ۸۹ کے سرے ا سے ایک تار جوڑ کر اس کے دوسرے سرے کو ایک مماسی رو پیما کے کسی پیچ سے متعلق کردو۔ مماسی رَو پیما کے دوسرے پیچ (دوسرا پیچ ایسا منتخب کرنا چاہئے کہ مماسی رَو پیما کے کُل چکر شریکِ دور ہیں) سے ایک اور تار جوڑ کر اس تار کے دوسرے سرے کو متحرک تماسی کنجی کے ساتھ متعلق کردو۔ کنجی کے ذریعے تار ا ب پر کے مختلف نقاط پر تماس پیدا کرکے مماسی رو پیما کا انصراف معلوم کرو، اور نقطۂ ا سے مقامِ تماس کی دوری بھی ناپ لو۔ ہر صورت میں حاصل ہونے والے انصراف کا مماس معلوم کرکے قلمبند کرلو۔ اس قسم کے پانچ، چھ مشاہدات لے کر نقاطِ تماس کی دوریوں کو فصلے اور زاویوں کے مماسوں کو معین مان کر ترسیم بناؤ، چونکہ رَو مماسِ زاویۂ انصراف کے متناسب ہوتی ہے، اس لئے مقامِ تماس اور ا کے مابین اختلافِ قوۃ زاویۂ انصراف کے مماس کے متناسب ہوگا۔ لہٰذا اگر تار پر قوۃ کا اُتار یکساں ہے، تو ترسیم ایک خطِ مستقیم ہوگی۔

تار کے ہموار ہونے کی صورت میں تار کی مزاحمت اس کے طول کے متناسب ہوتی ہے، اس لئے ظاہر ہے کہ اسی تجربے سے یہ بھی ثابت ہوتا ہے کہ

$$\frac{\text{اختلافِ قوۃ}}{\text{مزاحمت}} = \text{مستقل}$$ (کلیۂ اوہم)

(۱۴۹) ایک ہی قسم کے دو برقی خانوں کی ہم سلسلہ، یا ہم نوازی ترتیب کے متعلق دئے ہوئے قوۃ پیما کے ذریعے برقی محرکوں کے کلیہ کی تصدیق کرو۔

تجربہ ۱۱۰ کی طرح قوۃ پیما کے تار پر ہر خانے کے لئے الگ الگ طول ل، اور لؔ معلوم کئے جائیں، پھر دونوں خانوں کو ہم سلسلہ جوڑ کر ترتیب کے محرکۂ برق کے متناسب طول لَ کی قیمت اسی طرح معلوم

کر کے یہ ثابت کیا جائے کہ لَ = ل + ل

(۱۵۰) تمہیں ایک معیاری محرکۂ برق دیا جاتا ہے، اس کو استعمال کر کے قوۃ پیما کے طریقے سے دیئے ہوئے دو برقی خانوں کے محرکۂ برق کی قیمت علٰحدہ علٰحدہ معلوم کرو۔

ہر خانے کے محرکۂ برق کا مقابلہ تجربۂ ۱۱۰ کی طرح معیاری محرکۂ برق کے ساتھ کیا جائے، اور معیاری محرکۂ برق کی رقموں میں خانے کے محرکۂ برق کی جیلی قیمت معلوم کرو۔ (تجربۂ ۱۱۱)۔

(۱۵۱) برقی طریقے سے حرارت کے معادلِ جیلی کی قیمت معلوم کرو۔ (تجربۂ ۱۱۱)۔

(۱۵۲) دئے ہوئے جول کے حرارہ پیما میں معلوم حرارتِ نوعی کا مائع استعمال کر کے "جو" کی قیمت معلوم کرو، ایک امپیما، اور ایک اولٹ پیما نہیں دئے جاتے ہیں۔ (تجربۂ ۱۱۱)۔

مگر پانی کے بجائے معلوم حرارتِ نوعی کا مائع استعمال کیا جائے۔

(۱۵۳) ایک امپیما، ایک اولٹ پیما، اور ایک جول کا حرارہ پیما دئے جاتے ہیں "جو" کی قیمت معلوم مان کر دئے ہوئے مائع کی حرارتِ نوعی معلوم کرو۔

تجربۂ ۱۱۱ مگر پانی کے بجائے نامعلوم حرارتِ نوعی کا مائع استعمال کیا جائے۔

(۱۵۴) دئے ہوئے مماسی رَو پیما کے "ا" اور "ب" لچھوں کے مستقلوں یا چکروں کی باہمی نسبت معلوم کرو۔ اور مماسی رو پیما کی مزاحمت بھی دریافت کرو۔ (تجربۂ ۱۱۲)۔

(۱۵۵) مزاحمت کا ایک ڈبہ اور مستقل ق۔م۔ب والا ایک خانہ استعمال کر کے دئے ہوئے مماسی رَو پیما کے دو نشان زدہ لچھوں کی صورت میں اس کے ضربی اجزائے تحویلی کی جو قیمتیں ہوں گی ان کا مقابلہ کرو۔ (تجربۂ ۱۱۲)۔